

**PERBANDINGAN LITOLOGI BAWAH TANAH
BERDASRKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI
SCHLUMBERGER DAN METODE MIKROTREMOR DI DESA
KALONGAN, KABUPATEN SEMARANG**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan oleh:

Nahda Helena Sekarsari

20106020036

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2024

LEMBAR PENGESAHAN



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-1619/Un.02/DST/PP.00.9/08/2024

Tugas Akhir dengan judul : Perbandingan Litologi Bawah Tanah Berdasarkan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger dan Metode Mikrotremor di Desa Kalongan, Kabupaten Semarang.

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : NAHDA HELENA SEKARSARI
Nomor Induk Mahasiswa : 20106020036
Telah diujikan pada : Selasa, 20 Agustus 2024
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

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

Valid ID: 66cc1f38c1710



Penguji I

Andi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 66cbcd003ac3c



Penguji II

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 66cc1e9ea5853



Yogyakarta, 20 Agustus 2024
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 66cc3af0ef0f6

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nahda Helena Sekarsari
NIM : 20106020036
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Perbandingan Litologi Bawah Tanah Berdasarkan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Dan Metode Mikrotremor Di Desa Kalongan, Kabupaten Semarang" merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaannya di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 16 Agustus 2024

Penulis

Nahda Helena Sekarsari
NIM. 20106020036

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/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 : Nahda Helena Sekarsari
NIM : 20106020036
Judul Skripsi : Perbandingan Litologi Bawah Tanah Berdasarkan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Dan Metode Mikrotremor Di Desa Kalongan, Kabupaten Semarang

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 berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 16 Agustus 2024

Pembimbing II

Pembimbing I

Nuroho Bidi Wibowo, S.Si., M.Si.
NIP. 19840223 00000 1 301

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

MOTTO

“Le vent se lève, il faut tenter de vivre”

The wind is rising, we must try to live

(Paul Valéry)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk kedua orang tua, adik, dan diri sendiri.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji Syukur kepada Allah SWT atas segala Rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“Perbandingan Litologi Berdasarkan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger dan Metode Mikrotremor di Desa Kalongan Kabupaten Semarang”**. Shalawat serta salam tak lupa penulis junjungkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kelak dinantikan *syafaat* nya di *yaumul akhir*.

Penulisan laporan tugas akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu mendukung dan mendoakan hal-hal baik kepada penulis. Terima kasih telah membimbing dan memberikan segala hal yang penulis butuhkan sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak Prof. Dr. Phil. Al Makin, S.Ag., M.A. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Ibu Prof. Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Ibu Anis Yuniati, M,Si., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
5. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama , S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I. Terima kasih telah ikhlas meluangkan waktu untuk memberi arahan dan bimbingan dengan sabar, baik saat penelitian di lokasi maupun saat bimbingan

di kampus. Semoga diberikan kesehatan, keberkahan dan senantiasa dalam lindungan Allah SWT.

6. Bapak Nugroho Budi Wibowo, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II. Terima kasih telah senantiasa membimbing dan memberi arahan dalam penyelesaian laporan tugas akhir ini. Semoga diberikan kesehatan, keberkahan dan senantiasa dalam lindungan Allah SWT.
7. Bapak Andi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik beserta seluruh dosen Program Studi Fisika yang telah membagikan ilmu, semoga diberikan Kesehatan, keberkahan dan balasan kebaikan serta senantiasa dalam lindungan Allah SWT.
8. Teman-teman penulis, Anjaly Misbahaty, Intan Desma Safitri, Kanayanaquita, Namira Tsabita Fii Silmi Kaafah, Nanda Aisyah Putri, dan Nur Faqhina Mentari yang telah membersamai penulis sejak perkuliahan semester 1 sampai saat ini. Semoga diberikan kesehatan, kesuksesan dan keberkahan sehingga pertemanan kita dapat bertahan sampai di hari tua.
9. Teman-teman Geofisika 2020 yang telah membersamai penulis sejak memasuki peminatan geofisika. Terima kasih atas bantuan dan semangatnya, semoga diberikan kesuksesan dan keberkahan di setiap langkahnya.
10. Mas Iktifal Ajie Arif dan Mas Shendy Wijaya yang telah membantu selama penelitian, baik saat di lapangan maupun saat di kampus. Semoga diberikan kesuksesan, keberkahan, dan kemudahan dalam melangkah meniti masa depan.
11. Teman-teman Graviteez, rekan pengurus HM-PS Fisika periode 2021 – 2022, dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

12. Windah Basudara dan server *discord* Motion Ime yang telah menghibur penulis selama penyelesaian laporan tugas akhir.

Tiada kata yang dapat penulis ucapkan selain terima kasih banyak. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karenanya, penulis mengharapkan kritik serta saran yang membangun dalam penyempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga dapat bermanfaat bagi masyarakat maupun akademisi dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 14 Agustus 2024

Penulis,

Nahda Helena Sekarsari

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

INTISARI

**PERBANDINGAN LITOLOGI BERDASARKAN METODE
GEOLISTRIK KONFIGURASI *SCHLUMBERGER* DAN
METODE MIKROTREMOR DI DESA KALONGAN
KABUPATEN SEMARANG**

Nahda Helena Sekarsari
20106020036

Penelitian ini dilakukan di sekitar area longsor yang berada di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Kabupaten Semarang dengan batas koordinat -7.126 s.d -7.136 LS dan 110.438 s.d 110.445 BT. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui litologi berdasarkan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* dan metode mikrotremor serta menganalisis perbandingan interpretasi antara metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* dan metode mikrotremor. Akuisisi data dilakukan sebanyak 10 titik pengukuran dengan 5 titik pengukuran metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* dan 5 titik pengukuran mikrotremor. Pengolahan data metode geolistrik dilakukan pada aplikasi *Progress* dengan hasil pengolahan berupa kedalaman, ketebalan, jumlah lapisan, dan nilai resistivitas. Pada metode mikrotremor dilakukan analisis *ellipticity curve* dengan hasil analisis berupa *ground profiles* kecepatan gelombang geser (v_s) beserta kedalaman dan ketebalan lapisannya. Hasil penelitian menunjukkan litologi berdasarkan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* terdiri dari *soil* dengan rentang nilai resistivitas 1,01 s.d 7235,47 Ωm , batupasir tufan dengan rentang 2,32 s.d 99,31 Ωm , tuff dengan rentang 0,1 s.d 236,12 Ωm , dan aliran lava dengan rentang 1321,1 s.d 7251,43 Ωm , sedangkan pada metode mikrotremor diketahui terdiri dari *soil* dengan rentang nilai kecepatan gelombang geser (v_s) 150 s.d 400 m/s, batupasir tufan dengan rentang 300 s.d 500 m/s, tuff dengan rentang 400 s.d 800 m/s, dan aliran lava dengan rentang 600 s.d 1774 m/s. Hasil analisis perbandingan interpretasi litologi dari kedua metode tersebut menunjukkan bahwa metode geolistrik tidak mampu menjangkau kedalaman yang lebih jauh akibat keterbatasan perpindahan elektroda, dan metode mikrotremor menunjukkan hasil yang baik dalam mengetahui ketebalan lapisan batuan serta keberadaan lapisan *bedrock*.

Kata kunci: Interpretasi, kecepatan gelombang geser, litologi, resistivitas, perbandingan.

ABSTRACT

COMPARISON OF LITHOLOGY BASED ON THE SCHLUMBERGER CONFIGURATION GEOELECTRICAL METHOD AND THE MICROTREMOR METHOD IN KALONGAN VILLAGE, SEMARANG REGENCY

Nahda Helena Sekarsari
20106020036

This research was conducted around the landslide area in Dusun Bandungan, Kalongan Village, Semarang Regency, with coordinates ranging from -7.126 to -7.136 LS and 110.438 to 110.445 BT. The study aims to determine the lithology based on the Schlumberger configuration geoelectrical method and the microtremor method, as well as to analyze the comparative interpretation between the two methods. Data acquisition was carried out at 10 measurement points, with 5 points using the Schlumberger configuration geoelectrical method and 5 points using the microtremor method. Data processing for the geoelectrical method was done using the Progress application, with the results including depth, thickness, the number of layers, and resistivity values. For the microtremor method, ellipticity curve analysis was conducted, resulting in ground profiles of shear wave velocity (v_s) along with the depth and thickness of the layers. The research results indicate that the lithology based on the Schlumberger configuration geoelectrical method consists of soil with a resistivity range of 1.01 to 7235.47 Ωm , tuffaceous sandstone ranging from 2.32 to 99.31 Ωm , tuff ranging from 0.1 to 236.12 Ωm , and lava flow ranging from 1321.1 to 7251.43 Ωm . Meanwhile, the microtremor method identified soil with a shear wave velocity (v_s) range of 150 to 400 m/s, tuffaceous sandstone ranging from 300 to 500 m/s, tuff ranging from 400 to 800 m/s, and lava flow ranging from 600 to 1774 m/s. The comparative analysis of lithological interpretation from these two methods shows that the geoelectrical method is limited in reaching greater depths due to the limitation of electrode spacing, while the microtremor method provides better results in identifying the thickness of rock layers and the presence of bedrock layers.

Keywords: *Interpretation, shear wave velocity, lithology, resistivity, comparison.*

DAFTAR ISI

| | |
|---------------------------------------------------------------|--------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI | iii |
| SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR | iv |
| MOTTO | v |
| KATA PENGANTAR..... | vi |
| INTISARI | ix |
| ABSTRACT | x |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xviii |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 6 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 6 |
| 1.4 Batasan Penelitian | 7 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 8 |
| 2.1 Studi Pustaka..... | 8 |
| 2.2 Landasan Teori | 10 |
| 2.2.1 Litologi..... | 10 |
| 2.2.2 Geologi Regional | 11 |
| 2.2.3 Tanah Longsor..... | 13 |
| 2.2.4 Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Schlumberger</i> | 18 |
| 2.2.5 Metode Mikrotremor HVSr | 25 |
| 2.2.5.1 Frekuensi Dominan | 28 |
| 2.2.5.2 Amplifikasi..... | 30 |
| 2.2.5.3 Kecepatan Gelombang Geser (v_s) | 31 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 39 |
| 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian..... | 39 |

| | |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 40 |
| 3.2.1 Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Schlumberger</i> | 41 |
| 3.2.2 Metode Mikrotremor | 41 |
| 3.3 Waktu Penelitian | 42 |
| 3.4 Tahapan Penelitian | 43 |
| 3.4.1 Studi Literatur | 43 |
| 3.4.2 Desain Survei | 44 |
| 3.4.3 Survei Lapangan..... | 44 |
| 3.4.4 Akuisisi Data | 45 |
| 3.4.5 Pengolahan Data..... | 46 |
| 3.4.6 Analisis Hasil Pengolahan Data | 54 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 56 |
| 4.1 Hasil Analisa Data..... | 56 |
| 4.2 Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Schlumberger</i> | 56 |
| 4.3 Metode Mikrotremor..... | 70 |
| 4.4 Perbandingan Interpretasi Litologi..... | 78 |
| 4.5 Integrasi Interkoneksi..... | 83 |
| BAB V PENUTUP | 85 |
| 5.1 Kesimpulan | 85 |
| 5.2 Saran..... | 86 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 87 |
| LAMPIRAN..... | 94 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 1.1 Tanah longsor yang memutus jalur alternatif antar desa di Dusun Bandungan, Kecamatan Ungaran Timur. | 2 |
| Gambar 2.1 Peta geologi di wilayah penelitian, Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Kecamatan Ungaran Timur..... | 12 |
| Gambar 2.2 Klasifikasi longsor (Cruden & Varnes, 1996; Priyono, 2015; Varnes, 1978) | 16 |
| Gambar 2.3 Ilustrasi prinsip pengukuran arus dan potensial listrik menggunakan multimeter (Azizi, dkk., 2018; Syukri, 2020)..... | 21 |
| Gambar 2.4 Penempatan elektroda dan penyusunan dalam pengukuran Konfigurasi Schlumberger (Telford, dkk., 1990)..... | 23 |
| Gambar 3.1 Peta Desain Survei Pengukuran di Kawasan Longsor Desa Kalongan Berdasarkan Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang | 39 |
| Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian..... | 40 |
| Gambar 3.3 Alur umum penelitian | 43 |
| Gambar 3.4 Logsheet pengukuran metode geolistrik..... | 46 |
| Gambar 3.5 Perhitungan pada proses smoothing | 47 |
| Gambar 3.6 Tampilan jendela <i>Observed Data</i> pada proses input data pengukuran. | 48 |
| Gambar 3.7 Tampilan jendela <i>Forward Modelling</i> pada proses memperkirakan parameter berdasarkan kurva resistivitas. | 49 |
| Gambar 3.8 Tampilan jendela <i>Invers Modelling</i> untuk proses mendapatkan nilai RMS terkecil | 49 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.9 Tampilan jendela Interpreted Data untuk mendapatkan hasil akhir berupa <i>data log</i> | 50 |
| Gambar 3.10 Tampilan awal data mikrotremor yang dimasukkan ke <i>software</i> Geopsy | 51 |
| Gambar 3.11 Tampilan invers sinyal untuk proses <i>windowing</i> pengolahan data mikrotremor | 51 |
| Gambar 3.12 Grafik analisa kurva H/V | 52 |
| Gambar 3.13 Tampilan jendela input nilai perkiraan parameter v_p , <i>poisson ratio</i> , v_s , dan densitas | 53 |
| Gambar 3.14 Tampilan jendela ground profiles setelah proses running | 53 |
| Gambar 3.15 Rincian alur penelitian | 55 |
| Gambar 4.1 Grafik koreksi lapangan sebelum dilakukan <i>smoothing</i> pada titik GL2 | 58 |
| Gambar 4.2 Grafik koreksi lapangan setelah dilakukan <i>smoothing</i> pada titik GL2 | 58 |
| Gambar 4.3 <i>Data log</i> pada titik GL6 | 60 |
| Gambar 4.4 Lokasi titik GL6 di sisi utara area longsor | 63 |
| Gambar 4.5 Peta 3D sebaran litologi wilayah penelitian | 64 |
| Gambar 4.6 Peta sebaran sayatan untuk metode geolistrik konfigurasi <i>Schlumberger</i> | 65 |
| Gambar 4.7 Peta sayatan arah utara ke selatan | 66 |
| Gambar 4.8 Peta sayatan arah barat ke timur | 67 |
| Gambar 4.9 Diagram sayatan untuk arah timur ke selatan | 68 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.10 Singkapan pada sisi timur ke selatan yang melewati lintasan GL2, GL3, dan GL4..... | 68 |
| Gambar 4.11 Diagram sayatan untuk arah utara ke barat..... | 69 |
| Gambar 4.12 Singkapan pada sisi barat..... | 69 |
| Gambar 4.13 Ground profiles v_s pada titik MT2..... | 71 |
| Gambar 4.14 Peta 3D sebaran litologi wilayah penelitian | 73 |
| Gambar 4.15. Peta sayatan metode mikrotremor | 74 |
| Gambar 4.16 Peta sayatan interpretasi litologi untuk arah utara ke selatan | 75 |
| Gambar 4.17 Peta sayatan interpretasi litologi untuk arah barat ke timur | 75 |
| Gambar 4.18 Diagram sayatan untuk arah timur ke selatan..... | 76 |
| Gambar 4.19 Diagram sayatan untuk arah utara ke barat..... | 76 |
| Gambar 4.20 Singkapan pada sisi timur area penelitian (titik MT2) | 77 |
| Gambar 4.21 Singkapan pada sisi barat area penelitian (MT5) | 78 |
| Gambar 4.22 Kondisi lapangan pada sisi timur ke selatan yang melewati: (a) titik GL2, dan MT2, (b) titik GL2, GL3, MT2, dan MT3, serta (c) titik GL3, GL4, MT3, dan MT4..... | 80 |
| Gambar 4.23 Perbandingan hasil interpretasi berdasarkan kedalaman di sisi timur area longsor | 81 |
| Gambar 4.24 Perbedaan hasil interpretasi di sisi timur-selatan..... | 82 |
| Gambar 4.25 Perbedaan hasil interpretasi di sisi selatan..... | 82 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Tinjauan pustaka penelitian | 8 |
| Tabel 2.2 Klasifikasi kecepatan jatuhnya tanah atau longsoran (Cruden & Varnes, 1996; Priyono, 2015)..... | 17 |
| Tabel 2.3 Nilai resistivitas batuan (Telford, 1990) | 25 |
| Tabel 2.4 Klasifikasi tanah berdasarkan nilai frekuensi dominan oleh Kanai (BMKG, 1998)..... | 29 |
| Tabel 2.5 Klasifikasi nilai faktor amplifikasi (Kanai, 1983) | 31 |
| Tabel 2.6 Nilai parameter untuk batuan sedimen | 36 |
| Tabel 2.7 Nilai parameter kecepatan v_s untuk batuan keras | 37 |
| Tabel 2.8 Klasifikasi kekakuan tanah (site) berdasarkan nilai v_s (Shahkar, dkk., 2021). | 38 |
| Tabel 3.1 Perangkat Keras Metode Geolistrik..... | 41 |
| Tabel 3.2 Perangkat Lunak Metode Geolistrik..... | 41 |
| Tabel 3.3 Perangkat Keras Metode Mikrotremor | 42 |
| Tabel 3.4 Perangkat Lunak Metode Mikrotremor..... | 42 |
| Tabel 3.5 Jadwal Kegiatan Penelitian..... | 42 |
| Tabel 4.1 Panjang lintasan setiap titik pengukuran metode geolistrik konfigurasi <i>Schlumberger</i> | 56 |
| Tabel 4.2 Nilai parameter pengukuran metode geolistrik konfigurasi <i>Schlumberger</i> pada titik GL2 | 57 |
| Tabel 4.3 Hasil analisis data pada interpretasi 1D (Data Log) berupa klasifikasi litologi berdasarkan nilai resistivitas..... | 61 |

Tabel 4.4 Hasil interpretasi nilai kecepatan gelombang geser pada tiap titik
pengukuran..... 71

Tabel 4.5 Gabungan interpretasi berdasarkan hasil analisis data 79



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Lampiran I. Data Pengukuran Metode Geolistrik Konfigurasi <i>Schlumberger</i> ... | 95 |
| Lampiran II. <i>Resistivity Data Log</i> | 102 |
| Lampiran III. Kurva H/V..... | 108 |
| Lampiran IV. Hasil Pengolahan Analisis Kurva H/V..... | 109 |
| Lampiran V. Kurva <i>Ground Profiles</i> v_s | 110 |
| Lampiran VI. Data Pengolahan Metode Mikrotremor..... | 111 |
| Lampiran VII. Pemodelan pada Software Rockworks..... | 112 |
| Lampiran VIII. Dokumentasi Penelitian..... | 117 |
| Lampiran IX. Peta Geologi Regional Lembar Magelang dan Semarang..... | 118 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Undang-undang No. 24 Tahun 2007 menjelaskan bahwa bencana merupakan suatu atau rangkaian kejadian baik faktor alam maupun faktor manusia yang membahayakan dan mengganggu kehidupan manusia hingga dapat menimbulkan korban jiwa, kehancuran lingkungan, kehilangan aset berharga bahkan terganggunya psikologis (BPBD, 2023). Bencana berdasarkan penyebabnya dibagi menjadi 2 (dua), yaitu bencana alam dan bencana non alam. Bencana alam yaitu bencana yang disebabkan oleh alam seperti letusan gunung api, gempa bumi, angin kencang, tsunami, tanah longsor, banjir, kekeringan dan sejenisnya. Sedangkan bencana non alam diantaranya seperti wabah penyakit, kegagalan teknologi, dan sebagainya (BNPB, 2023). Bencana alam dikategorikan pula sesuai dengan asal mula munculnya suatu bencana, salah satunya adalah bencana geologi. Bencana geologi adalah kejadian bencana yang disebabkan oleh pergerakan atau perubahan dinamika bumi seperti gempa, tsunami, gunung api, dan tanah longsor serta aktivitas permukaan bumi seperti intrusi air laut dan ketidakseimbangan unsur tanah (Asseggaf, 2006).

Berdasarkan Data Informasi Bencana Indonesia oleh BNPB, pada bulan Februari 2022 telah tercatat ada 100 (seratus) kejadian bencana tanah longsor dengan 50 (lima puluh) kejadian diantaranya terjadi di Jawa Tengah. Desa Kalongan, tepatnya di Dusun Bandungan merupakan salah satu wilayah di

Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang yang terdampak bencana tanah longsor. Bencana tersebut memutus akses utama Kecamatan Ungaran Timur – Kecamatan Mranggen, Demak dimana jalur tersebut berada pada sisi tebing (Putri, 2022). Peristiwa tersebut diketahui telah lama terjadi sehingga pada suatu waktu permukaan yang berbukit tersebut amblas dengan perkiraan sedalam lebih dari 50 (lima puluh) meter hingga memutus jalur utama tersebut (Assidiq, 2023).



Gambar 1.1. Tanah longsor yang memutus jalur alternatif antar desa di Dusun Bandungan, Kecamatan Ungaran Timur.

Area longsor di lokasi tersebut dikhawatirkan terus meluas dan dapat mengancam penduduk yang tinggal di sekitarnya. Dilansir dari media daring *republika.co.id*, menurut Kepala Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Provinsi Jawa Tengah, Sujarwanto Dwiatmoko, tidak ditemukan retakan di

permukiman dan tidak ada pembentukan mahkota baru di arah permukiman. Namun, hal ini bukan berarti wilayah permukiman aman dari ancaman tanah longsor. Hal tersebut menimbulkan kekhawatiran masyarakat yang tinggal dekat dengan mahkota longsor akan kemungkinan meluasnya penurunan tanah.

Tanah longsor merupakan fenomena pergerakan massa tanah yang terjadi akibat adanya ketidakseimbangan lereng sehingga mengubah struktur permukaan yang dapat menimbulkan kerugian materil bahkan korban jiwa. Terjadinya peristiwa tanah longsor didasari oleh dua faktor, yaitu faktor pendorong dan faktor pemicu. Faktor pendorong merupakan faktor yang memengaruhi keadaan material tanah penyusun permukaan seperti kemiringan permukaan, patahan, dan kondisi bawah permukaan. Sedangkan faktor pemicu merupakan penyebab Bergeraknya material tanah tersebut contohnya pergerakan tanah akibat gempa bumi, erosi, curah hujan, dan kegiatan manusia (Naryanto, 2017; Naryanto dkk., 2019).

Indonesia yang merupakan wilayah beriklim tropis sering kali terjadi bencana tanah longsor pada setiap tahunnya terutama ketika musim hujan tiba. Tingginya intensitas hujan dapat menurunkan tingkat kekuatan tanah yang menjadi tempat penyerapan air hujan, tak terkecuali di wilayah dataran tinggi yang memiliki kemiringan permukaan sangat curam. Sejatinya, intensitas hujan sangat berpengaruh pada kadar hujan yang diturunkan ke bumi. Hal ini disebutkan dalam Al-Quran yaitu pada Surah Az Zukhruf ayat 11 yang berbunyi:

وَالَّذِي نَزَّلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً بِقَدَرٍ فَأَنْشَرْنَا بِهِ بَلْدَةً مَيْتًا
كَذَلِكَ نُخْرِجُونَ ۝

Artinya: *“Dan yang menurunkan air dari langit menurut kadar (yang diperlukan) lalu Kami hidupkan dengan air itu negeri yang mati, seperti itulah kamu akan dikeluarkan (dari dalam kubur).”* (Q.S. Az Zukhruf, 43:11)

Kementerian Agama menafsirkan ayat tersebut bahwa Allah swt. tidak menurunkan hujan melebihi atau kurang dari kebutuhan makhluk-Nya sehingga tidak menciptakan bencana yang mampu menghancurkan kesejahteraan umat akibat melampaui batas. Menurut Yahya (2004) perkembangan ilmu pengetahuan modern memperkirakan terdapat 16 (enam belas) juta ton air menguap ke udara setiap 1 detik dan menghasilkan 513 (lima ratus tiga belas) triliun ton air per tahun. Perkiraan tersebut ternyata setara dengan banyaknya hujan yang turun ke bumi setiap satu tahun. Hal itu menunjukkan bahwa proses sirkulasi hujan seimbang secara terus menerus dengan kadar yang telah ditentukan. Jika kadar hujan melebihi batas ketentuan sedikit saja, maka akan terjadi bencana yang mengganggu kehidupan di muka bumi.

Peristiwa longsor pada wilayah tersebut turut menarik perhatian bagi akademisi dan peneliti karena area jatuhnya yang sangat luas untuk dilakukan berbagai penelitian, baik sebagai upaya mitigasi bencana tanah longsor maupun sebagai lokasi untuk pengujian alat pengukuran. Salah satu penelitian yang dapat dilakukan di lokasi tersebut adalah dengan menggunakan pendekatan atau metode pengukuran geofisika. Pendekatan atau metode pengukuran geofisika terdiri dari berbagai jenis, seperti metode seismik dan metode geolistrik yang digunakan dalam penelitian ini. Metode seismik yang digunakan pada penelitian ini adalah metode mikrotremor HVSr yang lebih banyak mengacu pada analisis risiko ketika terjadi bencana geologi. Metode seismik mikrotremor juga dapat memperkirakan

kedalaman dan ketebalan batuan suatu wilayah berdasarkan jenis batuan penyusunnya yaitu dengan mengetahui besarnya kecepatan gelombang geser (v_s). Metode geolistrik merupakan salah satu metode yang memanfaatkan sifat-sifat kelistrikan alami di dalam bumi. Terdapat beberapa konfigurasi dalam mengukur resistivitas batuan, salah satunya adalah konfigurasi *Schlumberger* yang digunakan pada penelitian ini. Konfigurasi *Schlumberger* atau *Vertical Electrical Sounding* (VES) adalah model pengukuran untuk menentukan nilai resistivitas batuan terhadap kedalaman secara vertikal. Metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* atau metode VES memiliki jangkauan kedalaman yang sebanding dengan metode mikrotremor (Faris dkk., 2019).

Secara khusus, kedua metode tersebut merupakan metode yang saling melengkapi dan mampu menghasilkan model pemetaan lapisan batuan di bawah permukaan secara jelas dan rinci. Kedua metode ini bersifat sensitif terhadap perbedaan hidromekanik dari batuan dan tanah penyusun material longsoran (Whiteley dkk., 2021). Pengujian kedua metode tersebut perlu dilakukan untuk melihat tingkat kesesuaian hasil pengukuran dari masing-masing metode terhadap kondisi bawah permukaan, sehingga kedua metode tersebut memungkinkan analisis yang lebih khusus untuk mencapai tingkat keakurasian yang tinggi. Selain itu, hasil analisis dari pengukuran kedua metode mampu mengidentifikasi adanya kesalahan ketika terdapat perbedaan yang signifikan dalam melakukan pengukuran atau interpretasi, sehingga dapat dilakukan koreksi. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada penggabungan hasil pengukuran metode mikrotremor dan metode geolistrik dengan hasil analisisnya dilakukan konfirmasi berdasarkan singkapan

yang berada di area penelitian untuk validasi litologi, sehingga hasil dari validasi tersebut dapat digunakan sebagai langkah awal mitigasi bencana tanah longsor di wilayah Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Kabupaten Semarang terkhusus pada wilayah yang dekat dengan area longsor..

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran latar belakang, rumusan masalah penelitian ini dirincikan sebagai berikut:

1. Bagaimana litologi pada area longsor berdasarkan nilai resistivitas batuan menggunakan metode geolistrik?
2. Bagaimana litologi pada area longsor berdasarkan nilai kecepatan gelombang geser (v_s) menggunakan metode mikrotremor?
3. Bagaimana hasil perbandingan dari interpretasi litologi berdasarkan nilai resistivitas batuan dan kecepatan gelombang geser (v_s) pada kedua metode pengukuran tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yang merujuk pada rumusan masalah yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui litologi di wilayah penelitian berdasarkan nilai resistivitas batuan pada pengukuran geolistrik konfigurasi *Schlumberger*.
2. Mengetahui litologi di wilayah penelitian berdasarkan hasil analisis kecepatan gelombang geser (v_s) metode mikrotremor.
3. Menganalisis perbandingan interpretasi litologi berdasarkan pengukuran metode geolistrik dan metode mikrotremor.

1.4 Batasan Penelitian

Hal-hal yang menjadi batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan di area area longsor pada Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Kecamatan Ungaran Timur pada koordinat -7.126 sampai dengan -7.136 Lintang Selatan dan 110.438 sampai dengan 110.445 Bujur Timur.
2. Penelitian ini berfokus pada jenis batuan yang sesuai dengan karakteristiknya terhadap nilai kecepatan gelombang geser (v_s) pada metode mikrotremor dan nilai resistivitas pada metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini tentunya memiliki manfaat yang dirincikan sebagai berikut:

1. Memberikan informasi litologi di wilayah penelitian yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut dan pemetaan area berisiko bencana geologi tinggi.
2. Memberikan informasi berupa keakuratan dan keandalan data yang diperoleh dari kedua metode yang digunakan.
3. Membantu memberi pemahaman lebih terhadap perancangan konstruksi yang lebih aman maupun perencanaan mitigasi yang lebih efektif dan sesuai dengan potensi bencana geologi yang mengancam.
4. Menambah pengetahuan kepada peneliti dan akademisi dalam pengembangan survei geofisika pada tanah longsor dan dapat menjadi sumber informasi serta referensi yang berguna untuk penelitian mendatang.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Litologi berdasarkan metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger* terdiri dari *soil* dengan rentang nilai resistivitas 1,01 s.d 7235,47 Ωm , batupasir tufan dengan rentang 2,32 s.d 99,31 Ωm , tuff dengan rentang 0,1 s.d 236,12 Ωm , dan aliran lava dengan rentang 1321,1 s.d 7251,43 Ωm .
2. Litologi berdasarkan metode mikrotremor terdiri dari *soil* dengan rentang nilai kecepatan gelombang geser (v_s) 150 s.d 400 m/s, batupasir tufan dengan rentang 300 s.d 500 m/s, tuff dengan rentang 400 s.d 800 m/s, dan aliran lava dengan rentang 600 s.d 1774 m/s.
3. Hasil interpretasi kedua metode menunjukkan adanya perbedaan signifikan dalam mengidentifikasi ketebalan lapisan batuan. Kedalaman lapisan batuan yang dijangkau metode geolistrik konfigurasi *Schlumberger*, tidak sejauh kedalaman yang dijangkau oleh metode mikrotremor, dengan hal tersebut ketebalan batuan juga menjadi sangat terbatas pada metode geolistrik. Oleh karena itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa metode mikrotremor merupakan metode yang baik untuk mengetahui ketebalan lapisan batuan dan mencapai kedalaman lapisan *bedrock*.

5.2 Saran

Penelitian ini jauh dari kata sempurna, terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki pada pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut :

1. Perlu diperbanyak titik pengambilan data dan diperluas cakupan area pengambilan data agar lebih representatif terhadap kondisi geologi regional.
2. Diperlukan adanya data tambahan untuk memperkuat analisis seperti data bor atau data penelitian sebelumnya di lokasi penelitian yang sama.
3. Perlu dilakukan penelitian dengan metode yang berbeda sebagai pembandingan agar hasil analisis menjadi lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, I. A. 2023. *Identifikasi Litologi Bawah Permukaan Berdasarkan Ground Profiles Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Pada Zona Longsor di Desa Kalongan Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang*. (Tugas Akhir). Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Assegaf, A. 2006. *Kajian Keterdapatan bencana Geologi Daerah Banda Aceh dan Meulaboh Propinsi Nanggroe Aceh Darussalam*. (Karya Ilmiah) Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Kebumian dan Eenergi, Jakarta: Universitas Trisakti.
- Assidiq, Y. 2023. *Warga di Sekitar Titik Longsor Jalan Arjuna Harus Waspada*. REPUBLIKA.CO.ID. Diakses pada tanggal 1 Agustus 2023 dari <https://rejogja.republika.co.id/berita/rp6nz2399/warga-di-sekitar-titik-longsor-jalan-arjuna-harus-tetap-waspada>
- Astuti, T. 2017. *Seri Pengetahuan Bencana: Tanah Longsor*. Bandung: Penerbit Mitra Utama.
- Azizi, M., Mohamed, A., Hafid, M., Abdel-Ali, K., Driss, H., dan Mustapha, B. 2018. Apport De La Prospection Géoelectrique (Tomographie Et Trainé Électrique) À L'étude Des Tourmalinites Stanniferes d'Achmmache (Maroc Central). *European Scientific Journal, ESJ*, Vol.14 No.15 : 343. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n15p343>
- Bates, R. L., dan Jackson, J. A. 1987. *Glossary of Geology*. American Geological Institute.
- BMKG. 1998. *Sumberdaya Geologi*. Buletin Meteorologi dan Geofisika No 4. Jakarta: BMKG.
- BNPB. 2023. *Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI)*. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2023 dari <https://dibi.bnpb.go.id/>
- BPBD. 2023. *Definisi Bencana*. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2023 dari

<https://www.bpbd.bandungkab.go.id/article/definisi-bencana>

- Broms, B. B., dan Wong, K. S. 1991. *Foundation Engineering Handbook: Landslide*. (Edisi Hsai-Yang, F), bab 11 halaman 410–449. Boston: Springer New York. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3928-5_11
- Bunawati, S. G. 2018. *Analisis Mikroseismik Pada Kawasan Jalur Sesar Kecamatan Bangelen Kabupaten Purworejo*. (Tugas Akhir). Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Cruden, D. M., dan Varnes, D. J. 1996. *Lanslide Type and Processes*. (Edisi R. L. Schuster dan R. Krizek), *Lanslide: Investigation and Mitigation* bab 3 halaman 36–75. Washington DC: National Academies Press. <https://doi.org/10.2113/gseegeosci.iv.2.277>
- Faris, A., Suaidi, D., Hasan, M., dan Broto, A. 2019. Identifikasi Sebaran Akuifer dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger di Desa Gedangan , Kecamatan Gedangan, Kabupaten Malang. *Jurnal Natural B*, **Vol.5 No.1** : 28–34.
- Gray, D. H., dan Leiser, A. T. 1982. *Geological Hazard And Soil (Draft Environmental Impact Report)*. California Department of Forestryand Fire Protection Vegetation Treatment Program.
- Hardiyatmo, H. C. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Herak, M. 2008. ModelHVSRR — A Matlab tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise. *Computer & Geosciences*, **Vol.34 No.11** : 1514–1526. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2007.07.009>
- Hobiger, M. 2011. *Polarization Of Surface Waves : Characterization, Inversion and Application to Seismic Hazard Assessment*. France: University of Grenoble.
- IASPEI. 2002. *New Manual of Seismological Observatory Practice* (Edisi

- Bormann, P.) Volume 1. Germany: GeoForschungsZentrum Potsdam.
- Kanai, K. 1983. *Seismology in Engineering*. Japan: Tokyo University.
- Kunetz, G. 1996. *Principles of Direct Current Resistivity Prospecting*. Berlin: Gebruder Borntraeger.
- Maimun, A. K., Silvia, U. N., Julia, V., dan Ariyanto, P. 2020. Analisis Indeks Kerentanan Seismik, Periode Dominan, dan Faktor Amplifikasi Menggunakan Metode HVSR di Stageof Tangerang. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, **Vol.7 No.2** : 24–30.
- Malik, D. P., Lanto, M. S., dan Ayusari. 2021. Penentuan Nilai Indeks Kerentanan Seismik Daerah Rawan Longsor Metode Mikrotremor Di Kecamatan Tombolopao Kabupatengowa. *Jurnal Penelitian*, **Vol.3 No.1** : 14–23.
- Morgenstern, N. R. 1985. Geotechnical Aspects of Enviromental Control. *11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, **Vol.1** : 155–185.
- Motamed, R., dan Ghalandarzadeh, A. 2004. Seismic Microzonation of Urmia City by Means of Microtremor Measurements. *The 13th World Conference of Earthquake Engineering* : 1052.
- Mufida, A., Santosa, B. J., dan Warnana, D. D. 2013. Profiling Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Surabaya Berdasarkan Pengolahan Data Mikrotremor. *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, **Vol.2 No.2** : 2337–3520.
- Nakamura, Y., dan Saito, T. 1983. Estimation of Amplification Characteristics. *Proc. 17th JSCE Earthquake Engineering Symposium* : 25–33.
- Naryanto, H. S. 2017. Analisis Kejadian Bencana Tanah Longsor Tanggal 12 Desember 2014 Di Dusun Jemblung, Desa Sampang, Kecamatan Karangobar, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, **Vol.1 No.1** : 1. <https://doi.org/10.29122/alami.v1i1.122>
- Naryanto, H. S., Soewandita, H., Ganesha, D., Prawiradisastra, F., dan Kristijono,

- A. 2019. Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, **Vol.17 No.2** : 272. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.272-282>
- Nurhidayanti. 2019. *Estimasi Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor dengan Metode Horizontal To Vertical Spectral Ratio (HVSr) di Sekitar RSUD Prof. Dr. HM Anwar Makkatutu Banteng*. (Tugas Akhir). Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/id/eprint/15821>
- Partono, W., Irsyam, M., Pabandiyani, S. R. W., dan Maarif, S. 2013. Aplikasi Metode HVSr pada Perhitungan Faktor Amplifikasi Tanah di Kota Semarang. *Jurnal MKTS*, **Vol.19 No.2**.
- Patimah, S. 2017. *Analisis Litologi Bawah Permukaan Berdasarkan Ground Profiles Kecepatan Gelombang Geser dengan Metode Ellipticity Curve di Kecamatan Prambanan dan Kecamatan Gantiwarno Kabupaten Klaten*. (Tugas Akhir). FMIPA, Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Pemerintah Desa Kalongan. 2021. *Profil Desa Kalongan*. Diakses pada tanggal 23 September 2023 dari <https://desakalongan.com/profil-des/>
- Press, F. 1966. *Section 9: Seismic Velocities*. (Edisi S.P. Clark, Jr.). *Handbook of Physical Constants*. Sydney.
- Priyono. 2015. Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor. *Jurnal GEMA*, **Vol.27 No.49** : 1602–1617.
- Putri, R. A. 2022. Longsor 6 Bulan Lalu, Jalan Ungaran - Mranggen Tak Kunjung Diperbaiki. *DetikJateng.Com*. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2023 dari <https://www.detik.com/jateng/berita/d-6227620/longsor-6-bulan-lalu-jalan-ungaran-mranggen-tak-kunjung-diperbaiki>
- Rahmaningtyas, A. P., Purwanto, S., dan Widodo, A. 2017. Identifikasi Percepatan Tanah Maksimum (PGA) dan Kerentanan Tanah Menggunakan Metode

- Mikrotremor di Jalur Sesar Kendeng. *Jurnal Geosaintek*, **Vol.3 No.2** : 107–114.
- Rasimeng, S., Laksono, A., dan Rustadi. 2017. Interpretasi Nilai Kecepatan Gelombang Geser (Vs30) Menggunakan Metode Seismik Multichannel Analysis of Surface Wave (MASW) Untuk Memetakan Daerah Rawan Gempa Bumi di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi (JGE)*, **Vol.3 No.3** : 3–14. <http://repository.lppm.unila.ac.id/34623/1/2017>
- Roser, J., dan Gosar, A. 2010. Determination of Vs30 for Seismic Ground Classification in the Ljubljana Area, Slovenia. *Acta Geotechnica Slovenica*, **Vol.1** : 61–75.
- Sabiq, H., Rasimeng, S., dan Karyanto. 2017. Penentuan Litologi Lapisan Bawah Permukaan Berdasarkan Tomografi Seismik Refraksi untuk Geoteknik Bendungan Air Daerah “X.” *Jurnal Geofisika Eksplorasi (JGE)*, **Vol.4 No.3**.
- Setiawan, B. 2008. *Pemetaan Tingkat Kekerasan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Setiawan, J. J. H. 2009. *Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya*. (Tesis). Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Shahkar, M., Arshad, M. U., Sadiq, S., dan Waheed, A. 2021. GIS based Vs30, VsZ & Dbed rock Mapping for the Shallow Sites of Islamabad, Pakistan. *Journal of Applied and Emerging Sciences*, **Vol.11 No.1** : 31. <https://doi.org/10.36785/jaes.111483>
- Sheriff, R. E. 1982. *Exploration Seismology: History, Theory, and Data Acquisition* (Edisi 1). London: Cambridge University Press.
- Sheriff, R. E., dan Geldart, L. P. 1995. *Exploration Seismology Second Edition*. London: Cambridge University Press.
- Spicer, H. C. 1950. Depths by Electrical-Resistivity Methods in the Ripon-Fond Du Lac Area, Wisconsin. *Investigation of Bedrock*. (Report). California:

Geological Survei Circular.

- Syukri, M. 2020. *DASAR-DASAR METODE GEOLISTRIK* (Edisi 1). Banda Aceh: Syiah Kuala University Press.
- Tanjung, N. A. F., Yuniarto, H. P., dan Widyawarman, D. 2019. Analisis Amplifikasi dan Indeks Kerentanan Seismik di Kawasan FMIPA UGM Menggunakan Metode HVSR. *Jurnal Geosaintek*, **Vol.5 No.2** : 60–67.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sheriff, R. E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition* (Edisi 2). London: Cambridge University Press.
- Thompson, G. R., dan Turk, J. 1997. *Introduction to Physical Geology* (Edisi 2). United Kingdom: Brooks Cole.
- Uca, dan Maru, R. 2019. *Mitigasi Bencana: Pemetaan dan Zonasi Daerah Rawan Longsor dan Banjir* (Edisi 1). Malang: Media Nusa Creative.
- Varecha, P. V. 2022. *Penentuan Klasifikasi Tanah di Kelurahan Sendangmulyo Kota Semarang Berdasarkan Metode HVSR Menggunakan SCILAB*. (Tugas Akhir). Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi. Semarang: Universitas Islam Negeri Walisongo.
- Varnes, D. J. 1978. Slope Movement Types and Processes. (Edisi R. L. Schuster dan R. J. Krizek), *Landslides: Analysis and Control* : 11–33. Washington DC: National Academy of Science.
- Vebrianto, S. 2016. *Eksplorasi Metode Geolistrik: Resistivitas, Polarisasi Terinduksi, dan Potensial Diri* (Edisi 1). Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Whiteley, J. S., Watlet, A., Uhlemann, S., Wilkinson, P., Boyd, J. P., Jordan, C., Kendall, J. M., dan Chambers, J. E. 2021. Rapid characterisation of landslide heterogeneity using unsupervised classification of electrical resistivity and seismic refraction surveys. *Engineering Geology*, **Vol.290**. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106189>
- Wibowo, N. B., dan Huda, I. 2020. Analisis Amplifikasi, Indeks Kerentanan

Seismik dan Klasifikasi Tanah Berdasarkan Distribusi V_s30
D.I.Yogyakarta. *Buletin Meteorologi, Klimatologi, Dan Geofisika*, **Vol.1**
No.2 : 21–31.

Xia, J., Miller, R. D., Park, C. B., dan Ivanov, J. 2000. Construction of 2-D Vertical Shear-Wave Velocity Field By The Multichannel Analysis of Surface Wave Technique. *Application of Geophysics to Engineering Adn Enviromental Problems* : 1197–1206.

Yahya, H. 2004. *Al-Quran dan Sains*. Bandung: Dzikra.