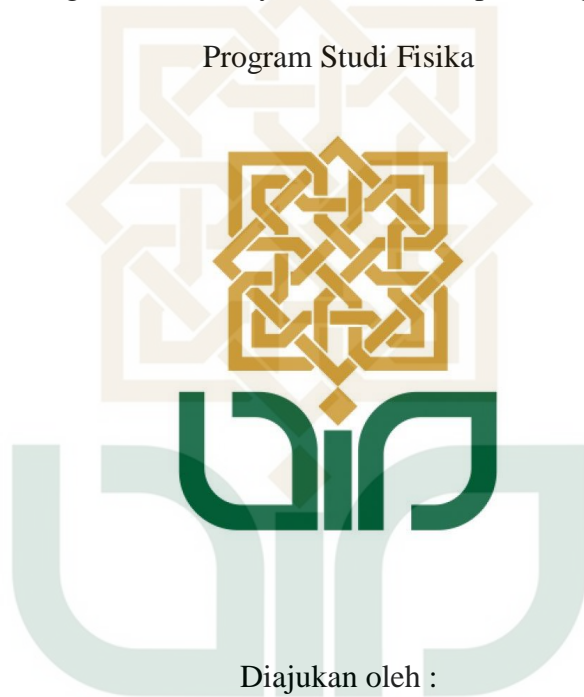


**IDENTIFIKASI LITOLOGI BERDASARKAN *GROUND PROFILES*
KECEPATAN GELOMBANG GESER (v_s) PADA ZONA LONGSORAN DI
DESA KALONGAN KECAMATAN UNGARAN TIMUR
KABUPATEN SEMARANG**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1

Program Studi Fisika



Diajukan oleh :

Iktifal Ajie Arif

19106020017

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

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

2023

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-2934/Un.02/DST/PP.00.9/12/2023

Tugas Akhir dengan judul : Identifikasi Litologi Berdasarkan Ground Profiles Kecepatan Gelombang Geser (vs) pada Zona Longsor di Desa Kalongan Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : IKTIFAL AJIE ARIF
Nomor Induk Mahasiswa : 19106020017
Telah diujikan pada : Rabu, 13 Desember 2023
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: 6583fc3b4699e



Penguji I

Andi, M.Sc.
SIGNED

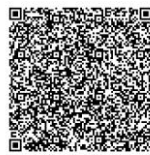
Valid ID: 65827f2a199f6



Penguji II

Dr. Nita Handayani, S.Si, M.Si
SIGNED

Valid ID: 6583e0c4b3e6b



Yogyakarta, 13 Desember 2023
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

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

Valid ID: 65840a33386f3

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iktifal Ajie Arif
NIM : 19106020017
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Identifikasi Litologi Berdasarkan *Ground Profiles* Kecepatan Gelombang Geser (v_s) Pada Zona Longsor Di Desa Kalongan Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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.

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Yogyakarta, 06 Desember 2023

Penulis




Iktifal Ajie Arif
NIM. 19106020017

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 : IKTIFAL AJIE ARIF
NIM : 19106020017
Judul Skripsi : Identifikasi Litologi Berdasarkan *Ground Profiles* Kecepatan Gelombang Geser ($1/s$) Pada Zona Longsoran Di Desa Kalongan kecamatan Ungaran Timur 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.

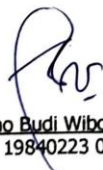
Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 10 Agustus 2023

Pembimbing II

Pembimbing I


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


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

MOTTO

"Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya."

~Ali bin Abi Thalib~

كيف يمكن أن يكون الظل مستقيماً إذا كانت الشجرة ملتوية

"Bagaimana mungkin bayangan akan lurus, jika pohonnya bengkok"

(Nasihat para ulama)

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
PERSEMBAHAN
YOGYAKARTA

Skripsi ini saya persembahkan kepada **Kedua Orang tua, Mbak dan adikku**, yang menjadi alasan saya bisa berada di Universitas ini berkat kerja keras mereka untuk menjadikan saya anak yang sukses dunia akhirat.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu 'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh,

Segala puji kehadiran Alloh SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **"Identifikasi Litologi Berdasarkan *Ground Profiles* Kecepatan Gelombang Geser (v_s) pada Zona Longsor di Desa Kalongan, Ungaran Timur, Semarang"**. Sholawat serta salam senantiasa tercurah-limpahkan kepada Rasullulah 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. Kedua Orang tua serta Kakak dan Adik saya yang selalu memberikan dukungan penuh baik dalam materi, doa dan semangat.
2. Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan, masukan dan bimbingan sehingga tugas akhir ini bisa selesai dengan baik.
5. Bapak Nugroho Budi Wibowo, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa sabar meluangkan waktu dalam membimbing tugas akhir ini serta banyak memberikan saran, semangat, nasihat, dan ilmu yang banyak bagi penulis, terimakasih untuk semangatnya selalu.

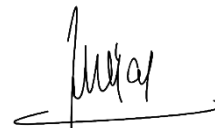
6. Bapak KH. Zulfi Fuad Tamyiz, S.E, selaku Pengasuh Ponpes Minhajut Tamyiz Timoho.
7. Bapak/mbah Hari, selaku tuan rumah yang telah menyediakan tempat untuk penelitian ini, sehingga pengambilan data dan tugas akhir ini dapat terselesaikan.
8. Shendy Wijaya, selaku rekan penelitian tugas akhir saya.
9. Teman-teman Ponpes Minhajut Tamyiz yang senantiasa menemani dan memberikan semangat selama awal kuliah berlangsung sampai selesainya tugas akhir ini.
10. Rekan Manusia batu, Angler MT, Pojok barat, WWE, Fisika 19, Geophysics serta semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Tak ada kata yang dapat penulis ucapkan selain ucapan terima kasih banyak. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik serta saran yang membangun sangat penulis harapkan dalam penyempurnaan tugas akhir ini, dan semoga bisa memberikan manfaat bagi masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Yogyakarta, 03 Desember 2023

Penulis,



Iktifal Ajie Arif

INTISARI

IDENTIFIKASI LITOLOGI BERDASARKAN *GROUND PROFILES* KECEPATAN GELOMBANG GESER (v_s) PADA ZONA LONGSORAN DI DESA KALONGAN KECAMATAN UNGARAN TIMUR KABUPATEN SEMARANG

Iktifal Ajie Arif

19106020017

INTISARI

Penelitian ini dilakukan di kawasan zona longsor yang berada di Desa Kalongan, Ungaran Timur, Semarang. Penelitian ini bertujuan menentukan dan menganalisis litologi berdasarkan *ground profiles* kecepatan gelombang geser (v_s) dengan metode *ellipticity curve*. Akuisisi data menggunakan metode seismik berjumlah 74 titik pengukuran dengan interval ± 100 meter. Penelitian berada pada batas koordinat $110^{\circ}26'18.62''$ BT s.d $110^{\circ}26'40.62''$ BT dan $7^{\circ}7'29.25''$ LS s.d $7^{\circ}8'2.69''$ LS yang tersusun atas dua formasi geologi yaitu Formasi Kaligetas dan Formasi Kerek. Data sinyal mikrotremor hasil akuisisi data lapangan dilakukan *filtering noise*, diolah dengan metode *HVSR* dan dihasilkan kurva *H/V* yang menyatakan nilai f_0 dan A_0 . Kurva tersebut digunakan sebagai input dalam pengolahan metode *ellipticity curve* sehingga diperoleh *ground profiles* yang menyatakan nilai kecepatan gelombang v_s dan v_p beserta kedalamannya. Nilai v_s digunakan untuk analisis struktur litologi. Hasil penelitian menunjukkan litologi di daerah penelitian tersusun atas lapisan tanah dengan rentang nilai v_s yaitu 31,56 s.d 346,2 m/s, batupasir tufan dengan rentang nilai v_s yaitu 364,64 s.d 485,78 m/s, batu lempung dengan rentang nilai v_s yaitu 485,78 s.d 549,94 m/s, *tuff* dengan rentang nilai v_s yaitu 566,63 s.d 698,95 m/s, konglomerat dengan rentang nilai v_s yaitu 537,58 s.d 579,79 m/s, napal dengan rentang v_s yaitu 881,83 s.d 971,6 m/s, breksi vulkanik dengan rentang nilai v_s yaitu 703,855 s.d 1670,96 m/s dan aliran lava dengan rentang nilai v_s yaitu 1703,02 s.d 2134,63 m/s.

Kata kunci : Zona longsor, *ellipticity curve*, *ground profiles*, kecepatan gelombang geser, litologi

ABSTRACT

IDENTIFICATION OF LITOLOGY BASED ON GROUND PROFILES SHEAR WAVE VELOCITY (v_s) IN THE LANDSLIDE ZONE IN KALONGAN VILLAGE, EAST UNGARAN DISTRICT, SEMARANG.

Iktifal Ajie Arif

19106020017

ABSTRACT

This research was conducted in the landslide zone area in Kalongan Village, East Ungaran, Semarang. This research aims to determine and analyze the lithology based on ground profiles of shear wave velocity (v_s) with ellipticity curve method. Data acquisition using the seismic method amounted to 74 measurement points with an interval of ± 100 meters. The study is located at the coordinates $110^{\circ}26'18.62''$ East to $110^{\circ}26'40.62''$ East and $7^{\circ}7'29.25''$ N to $7^{\circ}8'2.69''$ N, which is composed of two geological formations, namely Kaligetas Formation and Kerek Formation. The microtremor signal data from the field data acquisition was filtered for noise, processed with the HVSR method and produced H/V curves that expressed the values of f_0 and A_0 . These curves are used as input in the processing of the ellipticity curve method so that ground profiles are obtained which state the values of v_s and v_p wave velocities and their depths. The v_s value is used for lithologic structure analysis. The results showed that the lithology in the study area is composed of soil layers with a v_s value range of 31.56 to 346.2 m/s, tuffaceous sandstone with a v_s value range of 364.64 to 485.78 m/s, claystone with a v_s value range of 485.78 to 549.94 m/s, tuff with a v_s value range of 566.63 to 698.95 m/s, conglomerate with a v_s value range of 537.58 to 579.79 m/s, marl with a v_s value range of 881.83 to 698.95 m/s. d 698.95 m/s, conglomerate with v_s value range of 537.58 s.d 579.79 m/s, marl with v_s value range of 881.83 s.d 971.6 m/s, volcanic breccia with v_s value range of 703.855 s.d 1670.96 m/s and lava flow with v_s value range of 1703.02 s.d 2134.63 m/s.

Keywords: Landslide zone, ellipticity curve, ground profiles, shear wave velocity, lithology

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SURAT PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	iv
MOTTO.....	v
KATA PENGANTAR	vi
INTISARI.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Penelitian	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Studi Pustaka	9
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Tanah Longsor	13
2.2.2 Gelombang Seismik.....	17

2.2.3 Mikrotremor.....	19
2.2.4 Metode <i>Horizontal to Vertical Shear Ratio (HVSR)</i>	21
2.2.5 Tranformasi <i>Fourier</i>	25
2.2.6 Faktor Amplifikasi (A_0).....	29
2.2.7 Frekuensi Dominan (f_0).....	30
2.2.8 <i>Ellipticity Curve</i>	31
2.2.9 Kecepatan Gelombang Geser (v_s).....	36
2.2.10 Litologi.....	38
2.2.11 Kondisi Geologi Daerah Penelitian	39
BAB III METODE PENELITIAN.....	41
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	41
3.2 Alat dan Bahan	43
3.2.1 Perangkat Keras	43
3.2.2 Perangkat Lunak	47
3.3 Prosedur Kerja.....	48
3.3.1 Studi Literatur	49
3.3.2 Pembuatan Desain Survei	49
3.3.3 Survei Lapangan	50
3.3.4 Pengambilan Data.....	51
3.4 Metode Analisis Data	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1 Hasil Penelitian.....	57
4.1.1 Karakteristik Tanah Berdasarkan Nilai f_0 , A_0 dan v_s	57
4.1.2 Litologi.....	63
4.2 Pembahasan	66

4.2.1 Frekuensi Dominan (f_0).....	66
4.2.2 Faktor Amplifikasi (A_0).....	70
4.2.3 <i>Ground Profiles</i> Kecepatan Gelombang Geser (v_s).....	73
4.2.4 Litologi.....	75
4.2.5 Integrasi Interkoneksi	83
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA.....	87
LAMPIRAN.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Risiko Tanah Longsor di Kabupaten Semarang (Lestari dkk, 2019)	3
Gambar 1.2 Bencana Tanah Longsor di Desa Kalongan.....	4
Gambar 1.3 Peta Zona Longsoran di Desa Kalongan (Google Earth, 2022)	5
Gambar 2.1 Gelombang Primer (Reynolds, 2011)	18
Gambar 2.2 Gelombang Sekunder (Reynolds, 2011).....	18
Gambar 2.3 Gelombang Rayleigh (Reynolds, 2011)	19
Gambar 2.4 Gelombang Love (Reynolds, 2011).....	19
Gambar 2.5 Tampilan Hasil Pengukuran Sinyal Mikrotremor.....	21
Gambar 2.6 Permodelan Cekungan Terisi oleh Batuan Lunak (Slob, 2007)	22
Gambar 2.7 Peta Geologi Lokasi Penelitian.....	39
Gambar 3.1 Peta Desain Survei Pengukuran Zona Longsoran Desa Kalongan..	41
Gambar 3.2 Seismometer tipe LE-3Dlite	44
Gambar 3.3 <i>Digital Portable Seismograph</i> merek Taurus	44
Gambar 3.4 <i>Global Positioning System</i> (GPS).....	45
Gambar 3.5 <i>Accu</i> (Baterai)	45
Gambar 3.6 Kabel Penghubung Sensor ke Digitizer	46
Gambar 3.7 Kabel Penghubung Daya (Digitizer ke <i>power supply</i>)	46
Gambar 3.8 Kabel Penghubung GPS ke Digitizer	46
Gambar 3.9 Kabel LAN	47
Gambar 3.10 Laptop untuk Pengolahan Data.....	47
Gambar 3.11 Diagram Alir Penelitian.....	48
Gambar 3.12 Peta Sebaran Data Pengukuran.....	51
Gambar 3.13 Sinyal Mikrotremor pada Software Sesaray Geopsy	53
Gambar 3.14 Kotak <i>Tools H/V</i>	53
Gambar 3.15 Kurva <i>H/V</i>	54
Gambar 3.16 <i>Ground Profile</i> Kecepatan Gelombang Geser dengan Kedalaman	55
Gambar 3.17 Diagram Alir Pengolahan Data.....	56
Gambar 4.1 Karakteristik Kurva <i>Clear Peak</i>	58
Gambar 4.2 Karakteristik Kurva <i>Unclear Peak</i>	59
Gambar 4.3 Peta Persebaran Nilai <i>f_o</i>	59
Gambar 4.4 Peta Persebaran Nilai <i>A_o</i>	60
Gambar 4.5 <i>Ground profiles v_s</i> pada Titik KL51	61
Gambar 4.6 Persebaran Nilai <i>v_s</i> berupa <i>Solid Model 3D</i>	61
Gambar 4.7 Tampilan <i>Multilog 3D</i> Zona I Formasi Kaligetatas.....	63
Gambar 4.8 Tampilan <i>Multilog 3D</i> Zona II Formasi Kerek.....	64
Gambar 4.9 Tampilan <i>Multilog 3D</i> Zona Longsor.....	64
Gambar 4.10 Model Solid 3D Litologi Bawah Permukaan	65
Gambar 4.11 Model Sayatan A-A' (Selatan-Utara)	65
Gambar 4.12 Model Sayatan B-B' (Barat-Timur).....	66
Gambar 4.13 Lapisan <i>tuff</i> pada Zona Longsoran pada kedalaman 2,04 m	68

Gambar 4.14 Kondisi di Sekitar Titik KL 40 (a) Aliran Sungai Kecil (b) Tempat akuisisi data (c) Singkapan Batu Breksi pada kedalaman ± 2 m...	68
Gambar 4.15 Ketebalan Tanah di Zona longsor (a) Tempat Akuisisi Data TA1 (b) Singkapan Tanah dengan Ketebalan ± 20 m	69
Gambar 4.16 Kondisi Lokasi di Formasi Kerek (a) Tempat Akuisisi Data KL57 (b) Longsor di dekat KL57 dengan ketinggian sekitar ± 8 m....	71
Gambar 4.17 Permukaan Tanah (a) Sebelah Barat dan (b) Sebelah Timur dari Zona Longsor.....	72
Gambar 4.18 Persebaran Nilai v_s berdasarkan Kedalaman	74
Gambar 4.19 Lapisan Permukaan Tanah di (a) Sebelah Barat dan (b) Timur	77
Gambar 4.20 Sedimen Bekas Longsor	79
Gambar 4.21 Profil Sayatan A-A'	80
Gambar 4.22 Profil Sayatan B-B'	81
Gambar 4.23 Model <i>Log</i> 3D di Titik TA 2 Sebelum dan Sesudah Longsor	82

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Relevansi Studi Pustaka	9
Tabel 2.2 Klasifikasi Nilai Faktor Amplifikasi (Setiawan, 2009).....	29
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Frekuensi Dominan mikrotremor Oleh Kanai (Arifin dkk, 2014)	30
Tabel 2.4 Nilai <i>Poisson Ratio</i> dari bahan sedimen (Ostrander, 1984)	35
Tabel 2.5 Variasi Nilai Densitas Batuan (Telford, 1990).....	36
Tabel 2.6 Nilai Kecepatan Gelombang P pada beberapa Batuan (Burger, 1992)	37
Tabel 2.7 Nilai v_s pada beberapa Material (Daryono. 2011., Burger, 1992).....	37
Tabel 2.8 Klasifikasi <i>site</i> Berdasarkan Nilai v_s Hasil Penyelidikan Tanah dan Laboratorium SNI 1726 (Badan Standarisasi Nasional, 2019)	37
Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian	42
Tabel 3.2 Perangkat Keras.....	43
Tabel 3.3 Perangkat Lunak.....	43
Tabel 3.4 Syarat Teknis Penelitian Mikroseismik (SESAME, 2004)	50
Tabel 4.1 Pengelompokan Litologi berdasarkan Formasi Geologi	62
Tabel 4.3 Interpretasi Nilai v_s pada Formasi Kaligetas	62
Tabel 4.4 Interpretasi Nilai v_s pada Formasi Kerek	62



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kurva <i>H/V</i>	94
Lampiran 2 Kurva <i>Ellipticity Curve</i> dan <i>Ground Profiles v_s</i>	110
Lampiran 3 Tabel Hasil Pengolahan Data.....	129
Lampiran 3.1 Tabel Hasil Nilai <i>fo</i> dan <i>Ao</i> dari Kurva <i>H/V</i>	129
Lampiran 3.2 Tabel Hasil Nilai v_s dan <i>Ground Profiles</i>	133
Lampiran 4 Tahap-tahap Pengolahan Data	149
Lampiran 4.1 Tampilan Input Data Mikrotremor.....	149
Lampiran 4.2 Tampilan Data Pengukuran berupa Sinyal Seismik.....	149
Lampiran 4.3 Proses Pemilihan Sinyal pada <i>H/V tollbox</i>	150
Lampiran 4.4 Tampilan Kurva <i>H/V</i>	150
Lampiran 4.5 Tampilan untuk menyimpan Kurva <i>H/V</i> dalam format <i>.hv</i>	151
Lampiran 4.6 Tampilan Awal <i>Software Dinver</i>	151
Lampiran 4.7 Tampilan setelah memasukkan Kurva <i>H/V</i>	152
Lampiran 4.8 Tampilan Input Parameter.....	152
Lampiran 4.9 Tampilan setelah memilih <i>Runs</i>	153
Lampiran 4.10 Tampilan Hasil <i>Ellipticity Curve</i>	153
Lampiran 4.11 Tampilan Hasil <i>Ground Profiles</i>	154
Lampiran 4.12 Tampilan <i>Setting</i> untuk <i>Gridding</i> data.....	155
Lampiran 4.13 Tampilan Hasil Peta Kontur.....	155
Lampiran 4.14 Tampilan Hasil Akhir Peta Kontur	156
Lampiran 4.15 Tampilan Awal <i>Software Rockwork 16</i>	156
Lampiran 4.16 Tampilan <i>Borehole Manager</i>	157
Lampiran 4.17 Tampilan Menu Permodelan <i>Multilog 3D</i>	157
Lampiran 4.18 Hasil Permodelan <i>Multilog 3D</i>	158
Lampiran 4.19 Tampilan Pemilihan Model Sayatan	158
Lampiran 4.20 Hasil Model Sayatan	159
Lampiran 4.21 Tampilan Menu Permodelan Model Solid 3D	159
Lampiran 4.22 Tampilan Hasil Model Solid 3D	160
Lampiran 5 Dokumentasi Lapangan	161
Lampiran 6 Peta Lembar Geologi Semarang.....	163

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang sering mengalami bencana gerakan tanah atau dikenal sebagai tanah longsor. Tanah longsor merupakan fenomena alam yang dipengaruhi oleh kondisi geologi, curah hujan dan pemanfaatan lahan pada lereng (Muzani, 2021). Tanah longsor juga didefinisikan sebagai pergerakan batuan, atau tanah yang disebabkan oleh gaya gravitasi dan material yang bergerak memiliki kerapatan lebih besar 10 % dari kerapatan air (De Blasio, 2011). Dalam beberapa tahun terakhir, bencana tanah longsor di Indonesia semakin meningkat, dengan sebaran wilayah yang semakin luas. Hal ini disebabkan oleh intensitas curah hujan yang tinggi dengan durasi yang lama, meningkatnya pemanfaatan lahan yang tidak berwawasan lingkungan pada daerah rentan gerakan tanah, ataupun akibat dari kejadian gempa bumi (Muzani, 2021).

Tanah longsor disebabkan oleh dua faktor utama yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol adalah faktor yang dipengaruhi oleh kondisi material itu sendiri seperti kondisi geologi (Batuan), sesar, kemiringan lereng, litologi dan kekar pada batuan. Sedangkan, faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan material itu bergerak seperti curah hujan, aktivitas seismik, gempabumi, erosi kaki lereng dan aktivitas manusia (Naryanto dkk., 2019).

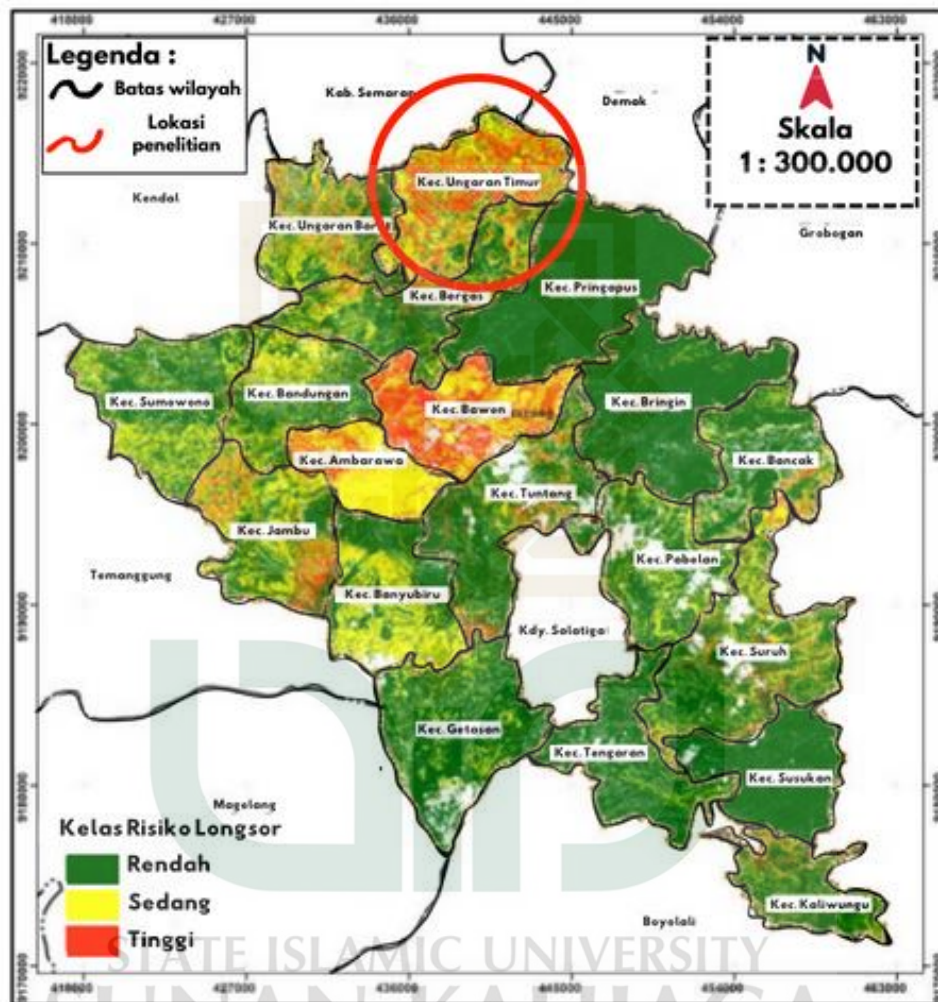
Aktivitas-aktivitas manusia yang berlebihan dengan mengambil kekayaan alam dan pemanfaatan lahan yang tidak berwawasan lingkungan sehingga keseimbangan alam menjadi terganggu akan menimbulkan bencana yang cukup besar di kemudian hari sebagai teguran dari Allah SWT kepada umat manusia yang senantiasa melakukan kerusakan di muka bumi. Hal ini sebagaimana telah dijelaskan dalam Al-Qur'an pada Surat At Taghabun ayat 11 :

مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ ۗ وَمَنْ يُؤْمِنْ بِاللَّهِ يَهْدِ قَلْبَهُ
وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿١١﴾

Artinya : "Tidak ada sesuatu musibah pun yang menimpa seseorang kecuali dengan izin Allah SWT, dan barangsiapa yang beriman kepada Allah SWT, niscaya Dia akan memberi petunjuk kepada hatinya, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu." (Q.S At-Taghabun :11).

Ayat tersebut menerangkan bahwa setiap bencana yang datang semua atas izin Allah SWT, namun sebagai seorang mukmin yang baik diharuskan berusaha menghindari bencana tersebut dengan cara bertawakal dan senantiasa melakukan ikhtiar kemudian berserah diri kepada Allah SWT (Ash Shiddieqy, 2000). Surat At-Taghabun ayat 11 menjelaskan terdapat musibah yang mengakibatkan kerusakan di muka bumi salah satunya seperti tanah longsor, kejadian tanah longsor bukan hanya dari faktor alam, melainkan juga dari faktor manusia itu sendiri, salah satunya dengan menebang pohon sembarangan, sehingga menyebabkan terjadinya proses tanah longsor. Proses terjadinya tanah longsor dapat terjadi ketika air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Air jenuh akan menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin

dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar hingga terjadi peristiwa tanah longsor (Karnawati dkk, 2013).



Gambar 1.1 Peta Risiko Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Semarang (Lestari dkk, 2019)

Kabupaten Semarang merupakan salah satu daerah di provinsi Jawa Tengah yang termasuk dalam kategori rawan bencana longsor. Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Semarang bencana yang sering terjadi di Kabupaten Semarang yakni berupa tanah longsor, kekeringan, angin puting beliung, dan banjir. Wilayah yang mengalami peningkatan kejadian longsor terdapat pada Kecamatan Banyubiru, Kecamatan Bringin, Kecamatan

Getasan, Kecamatan Sumowono, Kecamatan Suruh, Kecamatan Pringapus, Kecamatan Ungaran Barat dan Kecamatan Ungaran Timur. Gambar 1.1 menunjukkan bahwa salah satu wilayah yang memiliki risiko tinggi terhadap bencana tanah longsor berdasarkan peta risiko bencana tanah longsor di Kabupaten Semarang adalah Kecamatan Ungaran Timur.

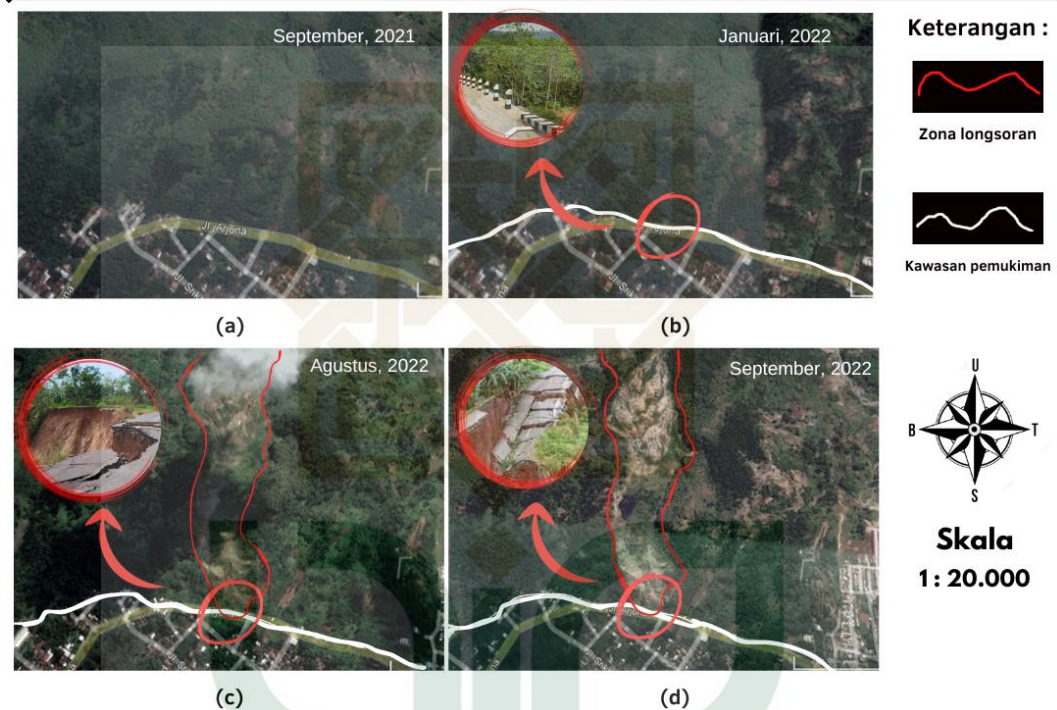


Gambar 1.2 Bencana Tanah Longsor di Desa Kalongan

Desa Kalongan merupakan salah satu desa di Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang yang berada di wilayah perbukitan, sehingga daerah tersebut memiliki risiko yang sangat tinggi terhadap bencana tanah longsor. Setidaknya telah terjadi bencana tanah longsor di Desa Kalongan mulai dari tahun 2022 dan setiap bulannya terus terjadi longsor susulan. Gambar 1.2 menunjukkan bahwa Tanah Longsor yang terjadi di Desa Kalongan memiliki dimensi longsor yang cukup luas, ketinggian bidang longsor mencapai ± 50 meter dengan lebar area longsor sekitar ± 200 meter. Bencana longsor yang terjadi beberapa kali ini mengakibatkan lahan seluas 5 hektar atau 50.000 m^2 ini turun dengan kedalaman kurang lebih 30 meter. Selain membuat hilangnya sejumlah lahan perkebunan, bencana longsor ini juga mengakibatkan ruas jalan sepanjang kurang lebih 50 meter

yang menghubungkan wilayah Ungaran, Kabupaten Semarang dengan Mranggen, Kabupaten Demak tepatnya berada di Desa Kalongan, Ungaran Timur, Kabupaten Semarang ditutup permanen (Aditya Bayu, 2022).

Peta Zona Longsoran di Desa Kalongan



Gambar 1.3 Peta Zona Longsoran di Desa Kalongan (Google Earth, 2022)

Peta Zona Longsoran di Desa Kalongan dari beberapa bulan sebelumnya dapat dilihat pada gambar 1.3, dari gambar (a) menunjukkan bahwa pada bulan September, 2021 Desa Kalongan belum terjadi peristiwa tanah longsor tetapi sudah mulai ada pergerakan tanah, kemudian pada bulan Januari, 2022 tanah di dekat jalan mulai turun dikarenakan pergerakan tanah sehingga jalan tersebut dilakukan perbaikan oleh warga sekitar yang dapat dilihat pada gambar (b), kemudian pada bulan Agustus, 2022 terjadi tanah longsor dengan dimensi yang luas sehingga jalan dan perbukitan di area tersebut turun sedalam ± 50 meter yang ditunjukkan pada

gambar (c). Bencana Tanah Longsor di Desa Kalongan ini terus mengalami longsor susulan dari bulan ke bulan yang mengakibatkan adanya perluasan di Zona Longsoran seperti ditunjukkan pada gambar (d) hanya perlu rentang satu bulan, jalan yang menghubungkan wilayah Ungaran dan Mranggen tersebut sepenuhnya masuk kedalam jurang sehingga akses jalan ditutup. Hal ini perlu diwaspadai dikarenakan jarak antara mahkota longsor dan kawasan pemukiman penduduk yang sangat dekat yaitu sekitar ± 20 meter, sehingga tidak menimbulkan korban jiwa dan kerugian yang sangat besar bagi masyarakat.

Tingginya tingkat kerugian yang diakibatkan oleh bencana tanah longsor disebabkan karena kurangnya informasi yang diperoleh masyarakat terkait daerah tersebut, sehingga kesadaran masyarakat akan tanggap bencana menjadi sangat kurang. Oleh karena itu, informasi awal yang terkait potensi dan risiko bencana adalah sebuah media informasi yang sangat penting digunakan sebagai informasi dasar tanggap bencana bagi masyarakat sekitar (Damanik, 2012). Salah satu cara mengetahui kerentanan kawasan zona longsor yaitu dengan mengidentifikasi kondisi litologi. Litologi merupakan sifat atau ciri dari bebatuan, yang terdiri dari struktur, warna, komposisi mineral, ukuran butir dan tata letak bahan-bahan pembentuknya. Kondisi litologi ini perlu diketahui guna mengidentifikasi kerentanan suatu daerah terhadap bencana longsor (Daryono, 2011). Nilai kecepatan gelombang geser (v_s) merupakan salah satu parameter yang bisa digunakan untuk menginterpretasikan kondisi litologi suatu daerah (Kanli, 2011).

Penelitian mengenai identifikasi litologi di zona longsor di Desa Kalongan belum pernah dilakukan sebelumnya. Identifikasi litologi di kawasan ini

diperlukan untuk mengetahui karakteristik tanah dan lapisan batuan yang rentan mengalami pergerakan, dikarenakan ancaman potensi bencana longsor yang sangat tinggi dan dekat d kawasan penduduk.

Berdasarkan hal tersebut, maka upaya memahami, mencegah dan menanggulangi bencana tanah longsor ini tidak dapat diabaikan sebagai upaya terjaminnya keselamatan dan kenyamanan masyarakat yang tinggal di lereng-lereng yang rentan bergerak sehingga perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan klasifikasi wilayah dan litologi pada zona longsor di Desa Kalongan Kecamatan Ungaran Timur Kabupaten Semarang. Agar dapat diketahui wilayah mana saja yang nantinya memiliki potensi bencana tanah longsor yang tinggi. Selain itu, juga dapat menjadi rujukan bagi sektor pemerintah Kabupaten Semarang dalam upaya mitigasi bencana di Desa Kalongan, Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa nilai f_0 , A_0 dan v_s di Desa Kalongan, Ungaran Timur, Semarang ?
2. Bagaimana karakteristik tanah berdasarkan nilai f_0 , A_0 dan v_s ?
3. Bagaimana litologi berdasarkan *ground profiles* kecepatan gelombang geser (v_s) dengan metode *ellipticity curve* di zona longsor Desa Kalongan ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan nilai karakteristik tanah berdasarkan f_0 , A_0 dan v_s di Desa Kalongan, Ungaran Timur, Semarang.

2. Menganalisis karakteristik tanah berdasarkan nilai f_0 , A_0 dan v_s di Desa Kalongan, Ungaran Timur, Semarang.
3. Menganalisis litologi berdasarkan *ground profiles* kecepatan gelombang geser (v_s) dengan metode *ellipticity curve*.

1.4 Batasan Penelitian

1. Penelitian dilakukan dengan akuisisi data menggunakan metode mikroseismik secara langsung sebanyak 74 titik dengan interval 100 m di zona longsor Desa Kalongan.
2. Kawasan penelitian berada di sekitar zona longsor Desa Kalongan dengan batas koordinat $110^{\circ}26'18.62''$ BT s.d $110^{\circ}26'40.62''$ BT dan $7^{\circ}7'29.25''$ LS s.d $7^{\circ}8'2.69''$ LS.
3. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode *ellipticity curve*.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi dan gambaran terkait kondisi litologi di zona longsor Desa Kalongan.
2. Memberikan peringatan dini terhadap kemungkinan terjadinya tanah longsor sehingga dapat mengurangi korban jiwa dan kerugian material yang ditimbulkan.
3. Sebagai bahan masukan dan referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Nilai kecepatan gelombang geser (v_s) di zona longsor Desa Kalongan, Ungaran Timur, Semarang relatif bervariasi. Nilai v_s dengan rentang 31,56 s.d 2134,63 m/s berada di zona I (Formasi Kaligetas). Nilai v_s dengan rentang 99,64 s.d 1815,52 m/s berada di zona II (Formasi Kerek). Nilai v_s dengan rentang 117,79 s.d 1859,58 m/s berada di zona III (Zona longsor).
2. Daerah penelitian yang berada di Desa Kalongan, Ungaran Timur, Semarang memiliki litologi berupa lapisan tanah dengan rentang nilai v_s yaitu 31,56 s.d 346,2 m/s, batupasir tufan dengan rentang nilai v_s yaitu 364,64 s.d 485,78 m/s, batulempung dengan rentang nilai v_s yaitu 485,78 s.d 549,94 m/s, *tuff* dengan rentang nilai v_s yaitu 566,63 s.d 698,95 m/s, konglomerat dengan rentang nilai v_s yaitu 537,58 s.d 579,79 m/s, napal dengan rentang v_s yaitu 881,83 s.d 971,6 m/s, breksi vulkanik dengan rentang nilai v_s yaitu 703,855 s.d 1670,96 m/s dan aliran lava dengan rentang nilai v_s yaitu 1703,02 s.d 2134,63 m/s.
3. Persebaran nilai kecepatan gelombang geser (v_s) di daerah penelitian menunjukkan tanah lunak yang bernilai ≤ 175 m/s cukup tebal tersebar di sisi sebelah barat, dan kawasan pemukiman yang dekat dengan zona longsor,

sedangkan sisi sebelah timur dan zona longsor memiliki lapisan tanah lunak yang tipis yang didominasi oleh tanah keras yang bernilai 350 s.d 750 m/s.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki pada pengembangan penelitian yang akan dilakukan peneliti selanjutnya, diantaranya sebagai berikut :

1. Perlu dilakukannya penelitian untuk mencari data bor dan menggunakan metode lain untuk membandingkan dan menganalisis agar struktur bawah permukaan yang dihasilkan lebih akurat.
2. Perlu adanya perluasan area penelitian di kawasan pemukiman sehingga dapat mencakup beberapa seluruh area pemukiman yang berada di dekat zona longoran dan terutama pada area yang memiliki potensi gerakan tanah yang tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, B. 2022. Agustus. *Longsor Akibat Tanah Bergerak di Kab.Semarang Meluas Hingga 5 hektar dan Sedalaman 30 Meter*. Diases 20 Januari 2023 dari <https://www.tvonenews.com/daerah/jateng/63211-longsor-akibat-tanah-bergerak-di-kabsemarang-meluas-hingga-5-hektar-dan-sedalaman-30-meter>
- Arifin, S. S., Mulyanto, B. S., Murjiyono, dan Setianegara, R. 2014. Penentuan Zona Rawan Guncangan Bencana Gempa Bumi Berdasarkan Analisis Nilai Amplifikasi HVSR Mikrotremor dan Analisis Periode Dominan Daerah Liwa dan Sekitarnya. *Jurnal Geofisika Eksplorasi* 2(1): 30-40
- Ash Shiddieqy, M. H. 2000. *Tafsir al-Qur'anul Majid an-Nuur* (2nded). Pustaka Rizki Putra.
- Badan Standarisasi Nasional (SNI) 1726. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa dan Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta.
- Bates, R. L. dan Jackson, J. A. 1987. *Glossary of Geology*. American Geological Institute.
- Bunawati, Sekar. G. 2018. *Analisis Mikrooseismik Pada Kawasan Jalur Sesar Kecamatan Bangelen Kabupaten Purworejo*. Skripsi. Yogyakarta: UNY
- Burger, H. R. 1992. *Exploration Geophysics of the Shallow Subsurface*. Englewood Cliffs.
- Damanik, M. R. S. 2012. Pemetaan Tingkat Risiko Banjir Dan Longsor Sumatera Utara Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi*. Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Medan
- Damarla, R dan Ufford, D. 2007. *Personel Detection Using Ground Sensors*. US: US Army Research Laboratory.
- Daryono, Sutikno, Sartohadi, J., Dulbahri, dan Brotopuspito, K.S. 2009. *Efek tapak lokal di Graben bantul berdasarkan pengukuran mikrotremor*. International Conference Earth Science and Technology. Yogyakarta.
- Daryono. 2011. *Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor Pada Setiap Satuan Bentuk Lahan Di Zona Graben Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*. (Disertasi), Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- De Blasio, F. V. 2011. *Introduction to the physics of landslides: Lecture notes on the dynamics of mass wasting*. Springer.
- Google Earth. 2022. Lokasi Desa Kalongan Kecamatan Ungaran Timur. <https://www.earthgoogle.com>

- Hardiyatmo, H. C. 2006. *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Helmy, M. 2008. *Kajian Geologi dan Neotektonik untuk Melaraskan Program Pembangunan Di Wilayah Kota Semarang, Jawa Tengah*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing, UPN Veteran Yogyakarta.
- Herak, M. 2008. ModelHVSR—A Matlab® tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise. *Computers & Geosciences*, 34(11), 1514–1526. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2007.07.009>
- Hidayati, S. 2010. *Pengenalan Seismologi Gunungapi*. Bandung: Diklat Pelaksana Pemula Pengamat Gunungapi Baru, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Hobiger, M. 2011. *Polarization Of Surface Waves : Characterization, Inversion and Application to Seismic Hazard Assessment*. University of Grenoble. France.
- Kanli, A. 2011. *Surface Wave Analysis for Site Effect Evaluation*. US: University of California Santa Barbara
- Karnawati, D. 2005. *Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Universitas Gajah Mada.
- Karnawati, D., Fathani, T. F., dan Andayani, B. 2013. *The Hybrid Socio-Technical System for Strategic Landslide Disaster Risk Reduction in Indonesia*. In K. Sassa, B. Rouhban, S. Briceño, M. McSaveney, & B. He (Eds.), *Landslides: Global Risk Preparedness* (pp. 323–331). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-22087-6_23
- Karyono dkk. 2016. Kajian Kerentanan Tanah berdasarkan Analisis HVSR di Daerah Semburan Lumpur Sidoarjo dan Sekitarnya. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, Vol. 17 No. 1 Tahun 2016 : 61-68
- Lestari, Sabda dkk. 2019 Pemetaan Risiko Tanah Longsor Kabupaten Semarang Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geodesi Undip* 8, **Vol. 8 No.1 Januari 2019**: 160-169
- Manzella, A. 1990. *Geophysical Methods in Geothermal Exploration*. Italian National Research Council : Italy.
- Meyers, R A. 2011. *Extreme Environmental Events: Complexity in Forecasting and Early Warning*. USA: Springer.
- Mulyasari, R., Darmawan, I. B., Effendi, D. S., Saputro, S. P., Hesti, H., Hidayatika, A., dan Haerudin, N. 2020. Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Untuk Analisis Bidang Gelincir Dan Studi Karakteristik Longsoran Di Jalan Raya

- Suban Bandar Lampung. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*, **Vol. 6 No. 1 Maret 2020** : 66–76. <https://doi.org/10.23960/jge.v6i1.61>
- Munadi dan Suprajitno. 1993. AVO dan Eksplorasi Gas, Lembaran publikasi LEMIGAS, *Jurnal Geofisika Eksplorasi* No.1, 1993, 3-13.
- Muzani. 2021. *Buku Referensi Bencana Tanah Longsor Penyebab dan Potensi Longsor*. CV Budi Utama.
- Nakamura, Y. 1989. A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface. *Japan Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI)*, **Vol. 30 No.1 44 Februari 1989** : 25-33.
- Nakamura, Y. 2000. Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application. World Conference of Earthquake Engineering.
- Nandi, 2007. *Longsor*. Program Studi Manajemen Sumberdaya Lahan. Bandung : Jurusan Pendidikan Geografi, FPIPS. UPI
- Naryanto, H. S., Soewandita, H., Ganesh, 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 September 2019** : 272-282. <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.272-282>
- Noor, D. 2011. *Geologi Untuk Perencanaan*,. Graha Ilmu.
- Ostrander, W.J. 1984. *Plane Wave Reflection Coefficients for Gas Sands at Nonnormal Angles of Incidence*. Geophysics, 1637-1648.
- 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, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Peck, L. 2008. *Overview of Seismic Noise and Its Relevance to Personal Detection*, US Army Corps of Engineer, Engineer Research and Development.
- Pettijohn, F.J., Potter, P.E., dan Siever, R. 1987. *Sand and Sandstones 2nd ed.* Springer-Verlag. New York.
- Philip, S. 2007. *Planet yang Bergolak*. PT Gelora Aksara Pratama.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). 2005. *Booklet Gerakan Tanah*. Bandung: Badan Geologi
- Pratiwi, N. A. 2020. *Identifikasi Potensi Pergerakan Tanah Berdasarkan Analisis Ground Shear Strain (GSS) di Kampung Cemara, Desa Sukorejo*,

Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. (Tugas akhir), Fisika, Universitas Negeri Semarang.

- Reynolds, J. M. 2011. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics.* John Wiley & Sons, Ltd. United Kingdom.
- Rosyidi, S. A. P. 2013. *Metode Analisis Gelombang Permukaan untuk Penyelidikan Sub-Permukaan.* Lembaga Penelitian, Publikasi Penerbitan, dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sheriff, R.E. and Geldart, L.P., (1995). *Exploration Seismology Cambridge University Press, Second Edition*
- SESAME. 2004. *Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique On Ambient Vibration.* SESAME European Research Project. Europe.
- Setiawan, B. 2008. *Pemetaan Tingkat Kekerasan Batuan Menggunakan Metode Seismik Refraksi.* Universitas Indonesia: Departemen Geofisika
- Setiawan, J. R. 2009. *Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta Dan Sekitarnya.* (Tesis), Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Slob, S. 2007. *Micro Seismic Hazard Analysis.* International Institute for GeoInformation Science and Earth Observation.
- Siswamidjojo, S. 1996. *Pengantar Seismologi Gunungapi dan Hubungannya dengan Kegiatan Gunungapi.* Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- Sudrajat, A. 2016. *Analisis Litologi Lapisan Sedimen berdasarkan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr) dan Data Bor di Kawasan Jalur Sesar Opak.* (Tugas Akhir), Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
- Sunardi B., Siti N., Urip H., Supriyanto R., Sulastris dan Rasmid. 2018. v_s 30 Mapping and Soil Classification in The Southern Part of Kulon Progo Using Reyleigh Wave Ellipticity Inversion. *Journal of Geospatial Information Science and Engineering.* **Vol. 1 No. 2 Desember 2018** : 58-64.
- Syahrudin. 2014. Penentuan Profil Ketebalan Sedimen Lintasan Kota Makassar dengan Mikrotremor. *Jurnal Fisika,* **Vol. 4 No.1 Mei 2014** : 17-25.
- Wibowo, N. B., Darmawan, D., dan Patimah, S. 2018. Analisis Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Ground Profiles v_s di Kecamatan Prambanan dan

Kecamatann Gantiwarno Kabupaten Klaten. *Kurvatek*, **Vol.3 No.1 April 2018** : 83–90.

Wibowo, N.B, dkk. 2018. Interpretasi Lapisan Sedimen berdasarkan Ground Profile v_s dengan Pengukuran Mikrotremor di Kecamatan Pacitan. *Indonesian Journal of Applied Physics*, **Vol.8 No.1 April 2018** : 32–42.

Telford, W. M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. New York

Thanden, R.E, dkk. 1996. *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, Jawa. Skala 1 : 100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.

Thompson dan Turk. 1997. *Introduction to Physical Geology*. Published Brooks Cole, 371h.

Tuladhar, R. 2002. *Seismic Microzonation of Greather Bangkok Using Microtremor*. Asian Institute of Technology, School of Civil Engineering. Thailand

Yusuf, Nanang Firman Safari. 2008. *Kajian Pemanfaatan Ruang dalam kaitannya dalam bencana Tanah Longsor di Kabupaten Sinjai Provinsi Sulawesi Selatan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor