

**KARAKTERISASI ANOMALI MEDAN MAGNET DAN *FAULT*  
*FRACTURE DENSITY (FFD)* PADA ZONA LONGSOR DI DUSUN  
BANDUNGAN UNGARAN TIMUR SEMARANG**

**TUGAS AKHIR**

Untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1  
Program Studi Fisika



Disusun Oleh:

Shanggyta Gusti Suseno

20106020018

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2025

## 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-1954/Un.02/DST/PP.00.9/08/2025

Tugas Akhir dengan judul : Karakterisasi Anomali Medan Magnet dan Fault Fracture Density (FFD) pada Zona Longsor di Dusun Bandungan Ungaran Timur Semarang

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SHANGGYTA GUSTI SUSENO  
Nomor Induk Mahasiswa : 20106020018  
Telah diujikan pada : Jumat, 15 Agustus 2025  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

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

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang  
Andi, M.Sc.  
SIGNED

Valid ID: 68a82b4494a25



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

Valid ID: 68a8315fcd2f



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

Valid ID: 68a72222c76fb



Yogyakarta, 15 Agustus 2025  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 68aa91a057838

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

### **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shanggyta Gusti Suseno  
NIM : 20106020018  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Karakterisasi Anomali Medan Magnet dan Fault Fracture Density (FFD) pada Zona Longsor di Dusun Bandungan Ungaran Timur 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.

Wates, 13 Agustus 2025  
Penulis



Shanggyta Gusti Suseno  
NIM. 20106020018

## 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 : SHANGGYTA GUSTI SUSENO  
NIM : 20106020018  
Judul Skripsi : Karakterisasi Anomali Medan Magnet dan *Fault Fracture Density (FFD)* pada Zona Longsor di Dusun Bandungan Ungaran Timur 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 mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Pembimbing II

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

Wates, 13 Agustus 2024

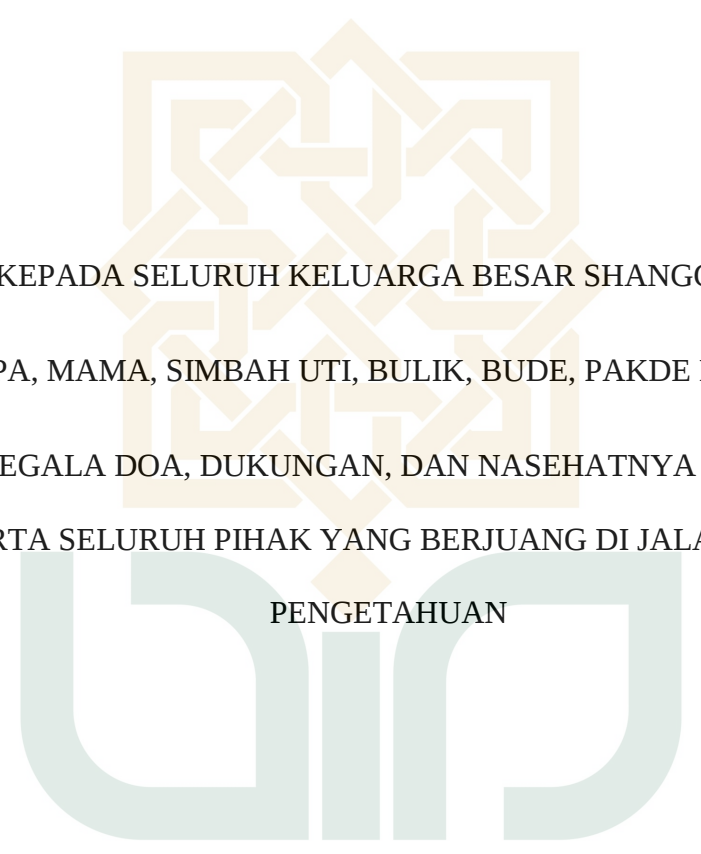
Pembimbing I

Andi, M.Sc.  
NIP. 19870210 201903 1 005

**MOTTO**



## **PERSEMBAHAN**



KEPADA SELURUH KELUARGA BESAR SHANGGYTA  
PAPA, MAMA, SIMBAH UTI, BULIK, BUDE, PAKDE DAN OM  
ATAS SEGALA DOA, DUKUNGAN, DAN NASEHATNYA SELAMA INI  
SERTA SELURUH PIHAK YANG BERJUANG DI JALAN ILMU  
PENGETAHUAN

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan limpahan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan kami, Nabi Muhammad SAW yang ditunggu kelak syafaatnya di hari akhir.

Penulis menyadari bahwa selama menyusun Tugas Akhir ini tidak dapat selesai tanpa adanya doa dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih terutama kepada :

Kedua orang tua tercinta dan tersayang Papa Pracoyo Amiseno dan Mama Nunung Dwi Susanti, dua orang yang sangat berjasa di kehidupan saya, dua orang yang selalu mengusahakan segala kebahagiaan untuk anak perempuan tunggalnya ini, dua orang yang selalu mengusahakan kebutuhan untuk anak perempuan tunggalnya ini, dan mereka adalah dua orang yang sangat mengusahakan anak perempuan tunggalnya ini menempuh pendidikan setinggi-tingginya meskipun mereka berdua sendiri belum bisa merasakan kehidupan dunia perkuliahan.

Selanjutnya ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dari penulis kepada para orang-orang hebat yang hadir di kehidupan penulis.

1. Kepada Bapak Dr. Tommy Sihotang, SH., LLM., Ibu Maudy Conny Maningkas, Abang Myco dan Kak Rica Wijaya, Abang Joshua, serta Kak Christy dan Mas Wahyu yang telah berperan penting untuk membantu memfasilitasi keperluan perkuliahan penulis, serta tidak lupa memberikan dukungan dan motivasi yang sangat besar.

2. Kepada Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, Bapak Prof. Noorhaidi Hasan, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. beserta jajarannya di Rektorat.
3. Kepada Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Ibu Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M. Si. beserta jajarannya di Fakultas.
4. Kepada Ketua Program Studi Fisika, Ibu Dr. Widayanti, S.Si., M.Si. yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
5. Kepada Bapak Andi, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak membantu, menghibur, menasehati dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir.
6. Kepada Bapak Nugroho Budi Wibowo, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
7. Kepada Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Study Club Geofisika yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama perkuliahan dan proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Kepada Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Sains dan Teknologi yang telah membagikan ilmu, pengetahuan, dan pengalamannya kepada penulis selama belajar di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
9. Kepada khususon Almh. Simbah Jah, dan Simbah Murniati yang selalu memanjatkan doa dan harapannya di setiap langkah perjalanan penulis.

10. Kepada Bulik Ndari dan Om Ilham, Bude Mur dan Om Prih, Bulik Nining dan Om Namiz atau Om Azmi, Bude Ari dan Pakde Gin, Bude Utik, Om Heri dan Tante Sri, Pakde An dan Bude Kus, Pak Poh dan Bude Sofi, Mbak Ncaa dan Mbak Bella yang telah memanjatkan doa dan harapan yang terbaik.
11. Bapak Zuli Irawanta, S.T dan keluarga, selaku guru yang telah mendampingi penulis untuk terus berkarya dan menjadikannya bekal di masa depan penulis.
12. Tri Kurniawati yang telah bersedia menjadi sahabat dan teman curhat, serta membantu banyak hal mendesak dari penulis.
13. Ibu Ayu dan anaknya Indah Enggar Pratiwi yang menjadi sahabat perjuangan sekaligus keluarga bagi penulis.
14. Ahdian Azri Bustari dan Erwin Suarno sebagai teman seperjuangan penulis dan mereka yang telah banyak membantu.
15. Bapak Hari dan keluarga yang telah membantu penulis dan teman-teman selama proses penelitian di Ungaran, Semarang.
16. Teman-teman Geofisika 2020, Graviteez, dan Geofisika 2021.
17. Teristimewa kepada Angkasa Zaidan Shaquille, Gavin Renjana Sasongko, Zidan Abraham Maalik, Aldi Alferro, Arfian Derlangga, Arsean Derlangga, Keanu Danubrata, dan anak-anak Xelanor lainnya. Mereka adalah anak-anak fiksi yang berhasil mewarnai kehidupan penulis dengan kisah pertemanan dan percintaan yang sama sekali belum penulis rasakan. Jika bukan karena kehadiran mereka juga, sampai detik ini penulis tidak akan mendapatkan makna dari kehidupan yang terus berjalan akan selalu dipenuhi suka dan duka yang tak terduga. Mereka adalah mimpi dan dunia kedua bagi penulis.

18. Terakhir kepada Shanggyta Gusti Suseno. *Ya!* Kepada saya sendiri selaku penulis. Terima kasih sudah bertahan hingga detik ini. Terima kasih sudah selalu merayakan keberhasilan kecilmu dengan caramu sendiri.

Wates, 13 Agustus 2025

Penulis



**KARAKTERISASI ANOMALI MEDAN MAGNET DAN *FAULT*  
*FRACTURE DENSITY (FFD)* PADA ZONA LONGSOR DI DUSUN  
BANDUNGAN UNGARAN TIMUR SEMARANG**

**Shanggyta Gusti Suseno  
20106020018**

**INTISARI**

Zona longsor di wilayah Ungaran, Semarang, memerlukan kajian geofisika untuk memahami kondisi bawah permukaan yang memicu terjadinya longsor. Metode yang digunakan adalah pengukuran medan magnet total di lapangan, kemudian dilakukan koreksi *International Geomagnetic Reference Field (IGRF)* untuk menghilangkan pengaruh medan magnet utama bumi. Data diolah menjadi peta kontur anomali magnetik dan diinterpretasi bersama data FFD untuk mengetahui distribusi rekahan dan patahan batuan. Penelitian ini dilakukan pada zona longsor dan sekitarnya di Dusun Bandungan, Kalongan, Ungaran Timur dengan wilayah pemukiman yang dekat dengan zona longsor. Pengukuran dan pengambilan data medan magnet dilakukan pada 104 titik pengukuran dengan luasan area penelitian seluas  $1.3 \times 0.8 \text{ km}^2$ . Hasil penelitian menunjukkan besarnya nilai anomali medan magnet sebesar 10 s.d. 919 nT dengan anomali medan magnet tepat di zona longsor dominan tinggi dan hasil nilai FFD yang diperoleh sebesar 0.1 s.d.  $2.5 \text{ m/m}^2$  dengan tinggi dominan terdeteksi yang mengarah ke Timur Laut zona longsor. Karakteristik area dalam zona longsor memiliki nilai anomali medan magnet relatif stabil dan nilai FFD yang tinggi dengan arah dominan rekahan mengarah ke NE – SW atau Barat Daya hingga Timur Laut.

Kata kunci: Zona Longsor, Anomali Medan Magnet, *Fault Fracture Density*, Kelurusan, Metode Magnetik

**CHARACTERIZATION OF MAGNETIC FIELD ANOMALIES AND FAULT  
FRACTURE DENSITY (FFD) IN THE LANDSLIDE ZONE OF  
BANDUNGAN EAST UNGARAN SEMARANG**

**Shanggyta Gusti Suseno**

**20106020018**

**ABSTRACT**

*The landslide zone in Ungaran, Semarang, requires geophysical studies to understand the subsurface conditions that trigger landslides. This study aims to identify the relationship between magnetic anomaly and Fault Fracture Density (FFD) values in the landslide zone. The method used involves measuring the total magnetic field in the field, followed by the International Geomagnetic Reference Field (IGRF) correction to eliminate the influence of the Earth's main magnetic field. The data were processed into a magnetic anomaly contour map and interpreted together with FFD data to determine the distribution of fractures and faults in the rock. The research was conducted in the landslide zone and surrounding areas of Bandungan Hamlet, Kalongan, East Ungaran, with residential areas located close to the landslide zone. Magnetic field measurements were carried out at 104 survey points, covering a research area of  $1.3 \times 0.8 \text{ km}^2$ . The results show that the magnetic anomaly values range from 10 to 919 nT, with predominantly high magnetic anomalies observed directly in the landslide zone. The FFD values obtained range from 0.1 to  $2.5 \text{ m/m}^2$ , with high values predominantly detected towards the northeast of the landslide zone. The characteristics of the area in the landslide zone have relatively stable magnetic field anomaly values with the dominant direction of the fractures heading NE – SW or Southwest to Northeast.*

**Keywords:** *Landslide Zone, Magnetic Anomaly, Fault Fracture Density, Lineament, Magnetic Method*

## DAFTAR ISI

|                                                         |            |
|---------------------------------------------------------|------------|
| <b>HALAMAN JUDUL .....</b>                              | <b>i</b>   |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>                          | <b>ii</b>  |
| <b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>          | <b>iii</b> |
| <b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR.....</b>       | <b>iv</b>  |
| <b>MOTTO .....</b>                                      | <b>i</b>   |
| <b>PERSEMBAHAN .....</b>                                | <b>ii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR.....</b>                              | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>                                  | <b>ix</b>  |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                               | <b>xi</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>                               | <b>xii</b> |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>                           | <b>1</b>   |
| 1.1 Latar Belakang.....                                 | 1          |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                               | 6          |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                              | 6          |
| 1.4 Batasan Masalah.....                                | 7          |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                             | 7          |
| <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>                     | <b>9</b>   |
| 2.1 Studi Pustaka .....                                 | 9          |
| 2.2 Landasan Teori .....                                | 12         |
| 2.2.1 Tanah Longsor .....                               | 12         |
| 2.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....            | 13         |
| 2.2.3 Medan Magnet Bumi.....                            | 14         |
| 2.2.4 Metode Magnetik .....                             | 16         |
| 2.2.6 Koreksi Data Magnetik .....                       | 19         |
| 2.2.7 <i>Proton Precession Magnetometer (PPM)</i> ..... | 21         |
| 2.2.8 Data DEM Nasional (DEMNAS).....                   | 22         |
| 2.2.9 <i>Hillshade (Shaded Relief)</i> .....            | 23         |
| 2.2.10 Kelurusan ( <i>Lineament</i> ).....              | 24         |
| 2.2.11 <i>Diagram Rose (Diagram Mawar)</i> .....        | 25         |
| 2.2.12 <i>Fault Fracture Density (FFD)</i> .....        | 27         |

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.13 Wawasan Keislaman Tanah Longsor .....                       | 28        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>                         | <b>30</b> |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....                               | 30        |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....                                | 30        |
| 3.3 Prosedur Penelitian .....                                      | 31        |
| 3.3.1 Studi Literatur .....                                        | 34        |
| 3.3.2 Observasi Lapangan .....                                     | 34        |
| 3.3.3 Desain Survei Penelitian .....                               | 35        |
| 3.3.4 Akuisisi Data .....                                          | 36        |
| 3.3.5 Pengolahan Data.....                                         | 38        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                           | <b>42</b> |
| 4.1 Hasil dan Pembahasan Anomali Medan Magnet.....                 | 42        |
| 4.2 Hasil dan Pembahasan <i>Fault Fracture Density (FFD)</i> ..... | 46        |
| 4.3 Pemodelan Bawah Permukaan 2 Dimensi (2D) .....                 | 51        |
| <b>BAB V PENUTUP.....</b>                                          | <b>61</b> |
| 5.1 Kesimpulan.....                                                | 61        |
| 5.2 Saran.....                                                     | 62        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>                                         | <b>63</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                                               | <b>63</b> |

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
 YOGYAKARTA

## DAFTAR TABEL

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 3.1</b> Alat-alat dalam Penelitian .....      | 30 |
| <b>Tabel 3.2</b> Logsheet Akuisisi Data Magnetik ..... | 37 |



## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 1.1</b> Peta Lempengan Tektonik di Wilayah Indonesia.....                                                                                                                          | 1  |
| <b>Gambar 1.2</b> Peta Risiko Bencana Tanah Longsor.....                                                                                                                                     | 2  |
| <b>Gambar 1.3</b> Gambaran Zona Longsor Kalongan dari Satelit.....                                                                                                                           | 4  |
| <b>Gambar 2.1</b> Elemen Medan Magnet.....                                                                                                                                                   | 15 |
| <b>Gambar 2.2</b> Letak Medan Magnet terhadap Geografis Bumi .....                                                                                                                           | 18 |
| <b>Gambar 2.3</b> Pola Kelurusan pada Hillshade.....                                                                                                                                         | 25 |
| <b>Gambar 2.4</b> Diagram Rose .....                                                                                                                                                         | 26 |
| <b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Penelitian.....                                                                                                                                               | 31 |
| <b>Gambar 3.2</b> Peta Desain Survei Penelitian.....                                                                                                                                         | 34 |
| <b>Gambar 4.1</b> Peta Medan Magnet Total Daerah Penelitian .....                                                                                                                            | 43 |
| <b>Gambar 4.2</b> Peta Anomali Medan Magnet Daerah Penelitian .....                                                                                                                          | 45 |
| <b>Gambar 4.3</b> Diagram Mawar di Area Dalam Zona Longsor.....                                                                                                                              | 47 |
| <b>Gambar 4.4</b> Diagram Mawar di Area Luar Zona Longsor .....                                                                                                                              | 48 |
| <b>Gambar 4.5</b> Peta <i>Fault Fracture Density (FFD)</i> di Zona Longsor .....                                                                                                             | 50 |
| <b>Gambar 4.6</b> Peta Jalur Sayatan Penampang Melintang AA' dan BB' Anomali<br>Medan Magnet di Zona Longsor dan Sekitarnya.....                                                             | 52 |
| <b>Gambar 4.7</b> a) Model 2D Penampang Melintang AA' Anomali Medan Magnet di<br>Zona Longsor b) Model 2D Penampang Melintang BB' Anomali<br>Medan Magnet di Sekitar Wilayah Pemukiman ..... | 53 |
| <b>Gambar 4.8</b> Peta Jalur Sayatan Penampang Melintang AA' Fault Fracture<br>Density (FFD) di Zona Longsor dan Sekitarnya.....                                                             | 55 |
| <b>Gambar 4.9</b> Model 2D Penampang Melintang AA' Fault Fracture Density (FFD)<br>di Zona Longsor .....                                                                                     | 56 |
| <b>Gambar 4.10</b> a) Batuan Tuff b) Batupasir Konglomerat.....                                                                                                                              | 57 |
| <b>Gambar 4.11</b> a) Retakan Jalur Aliran Air Bawah Permukaan b) Jalur Air Tampak<br>Dekat .....                                                                                            | 58 |
| <b>Gambar 4.12</b> a) Nilai FFD di Sekitar Zona Longsor b) Nilai Anomali Medan<br>Magnet di Zona Longsor c) Lokasi Titik Pengukuran Magnetik .                                               | 59 |

## BAB I

### PENDAHULUAN

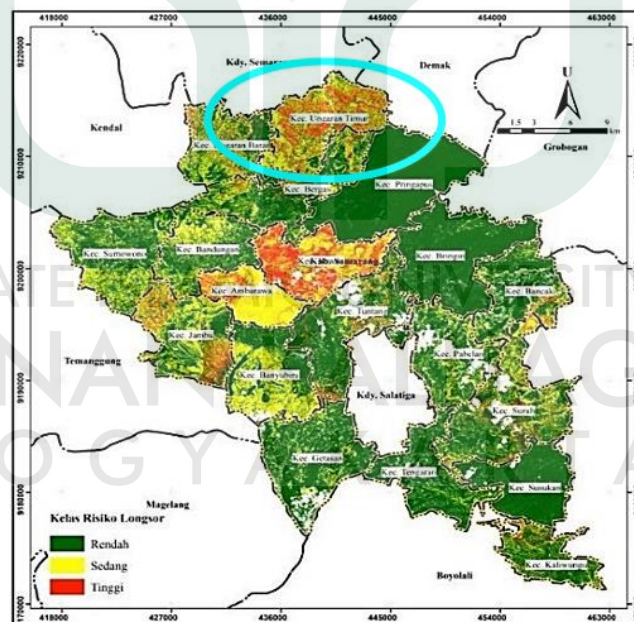
#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang berada di Lingkaran Cincin Api Pasifik dimana terdapat zona seismik aktif yang mengelilingi Samudera Pasifik. Indonesia terletak di pertemuan antara tiga lempeng tektonik besar yang saling berinteraksi, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 1.1 tentang letak keberadaan Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Keberadaan ketiga lempeng tektonik tersebut memengaruhi proses terbentuknya sesar-sesar aktif, terutama pertemuan antara Lempeng Eurasia dengan Lempeng Indo-Australia. Kondisi ini berpotensi sekaligus rawan bencana, seperti gempa bumi, letusan gunung berapi, percepatan gelombang seismik, tsunami, banjir dan tanah longsor. Salah satu bencana yang sering terjadi di Indonesia adalah tanah longsor.



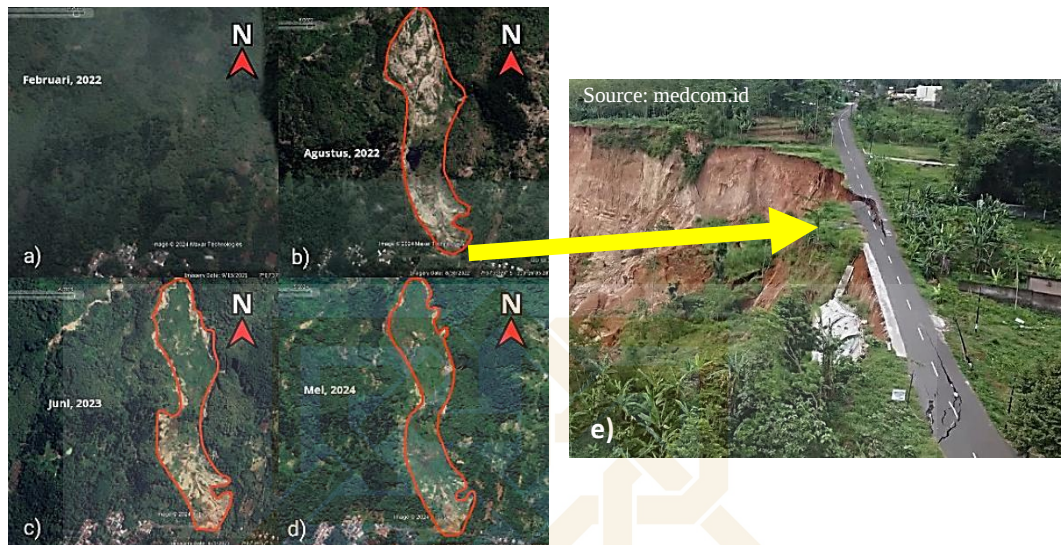
**Gambar 1.1** Peta Lempengan Tektonik di Wilayah Indonesia (Tregoning et al, 1994)

Tanah longsor adalah suatu proses gangguan keseimbangan yang menyebabkan bergeraknya massa tanah dan batuan dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah. Pergerakan tersebut terjadi karena adanya faktor gaya yang terletak pada bidang tanah yang tidak rata atau disebut dengan lereng (Kurniawan, 2018). Selain itu, tanah longsor biasanya juga terjadi karena beberapa faktor seperti curah hujan tinggi, perubahan geologi, gempa bumi dan tanah longsor. Meskipun suatu lereng rentan atau berpotensi tanah longsor karena kondisi kemiringan lereng, batuan/tanah dan tata airnya, tetapi lereng tersebut tidak akan longsor atau terganggu kestabilannya tanpa dipicu oleh proses pemicu (Prastika, 2017). Zona lemah pada kawasan potensi longsor biasanya terdapat di daerah yang rentan terhadap pergerakan tanah karena pada area tersebut memiliki kondisi geologi, topografi, dan lingkungan tertentu.



**Gambar 1.2** Peta Risiko Bencana Tanah Longsor (Lestari dkk., 2019)

Indonesia termasuk dalam zona lemah potensi longsor, karena berada di kawasan tektonik aktif sehingga sering mengalami bencana alam, seperti gempa bumi yang dapat memicu adanya fenomena tanah longsor. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) dalam buku IRBI (Indeks Rawan Bencana Indonesia) tahun 2013, Kabupaten Semarang termasuk berada pada peringkat 327 dari 497 Kabupaten dengan resiko bencana tanah longsor yang tinggi. Salah satu tanah longsor tinggi terjadi pada pertengahan tahun 2022 di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang. Secara kondisi geomorfologi, wilayah Kabupaten Semarang didominasi oleh perbukitan bergelombang dan memiliki relief daerah pegunungan vulkanik serta kapasitas curah hujan yang cukup tinggi menjadi faktor pemicu terjadinya longsor (Pemerintah Kabupaten Semarang, 2016). Kecamatan Ungaran Timur merupakan salah satu kecamatan yang terletak di sebelah utara Kabupaten Semarang yang berbatasan dengan Kota Semarang. Menurut Lestari dkk., (2019), Kecamatan Ungaran Timur tergolong sebagai daerah dengan kategori sedang dan tinggi terhadap luasan risiko terjadinya tanah longsor yang ditunjukkan dengan garis lingkaran berwarna biru pada Gambar 1.2 tentang risiko bencana tanah longsor di Kabupaten Semarang. Hal tersebut terjadi karena Kecamatan Ungaran Timur berada di Sesar Merapi – Merbabu – Ungaran yang terbentang sepanjang Barat Laut hingga Tenggara, sehingga menyebabkan terbentuk banyak rekahan dan patahan yang menyebabkan terjadinya tanah longsor.



**Gambar 1.3** Gambaran Zona Longsor Kalongan dari Satelit (Google Earth)

Pada Gambar 1.3 merupakan kondisi bencana tanah longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Kecamatan Ungaran Timur, Semarang, tampak atas yang dapat dilihat dari satelit bumi menggunakan *software* Google Earth. Dari gambar tersebut dapat dilihat adanya perbedaan luas area dan kenampakan tanah longsor selama dua tahun terakhir. Di bulan Februari 2022, lokasi terdampak longsor sebelumnya merupakan wilayah perkebunan yang ditunjukkan pada Gambar 1.3 (a). Setelah itu di bulan Agustus 2022 terjadi bencana tanah longsor yang mengarah ke bagian utara wilayah perkebunan seluas 16 hektar yang ditunjukkan pada Gambar 1.3 (b) dan mengalami perluasan di sisi utara Jalan Arjuna hanya dalam kurun waktu kurang lebih 1 tahun yang ditunjukkan pada Gambar 1.3 (c). Pada tahun 2024 wilayah terdampak longsor bagian utara mulai mengalami penghijauan kembali ditunjukkan pada Gambar 1.3 (d), tetapi aktivitas penduduk masih terhambat karena adanya kerusakan di Jalan Arjuna yang menghubungkan Kabupaten Demak dengan Kabupaten Semarang ditunjukkan pada Gambar 1.3 (e).

Longsor Kalongan memiliki area yang sangat massif dengan dimensi luasan  $1.3 \times 0.8 \text{ km}^2$  yang menyebabkan kerusakan infrastruktur jalan utama dan lahan pertanian serta mengancam pemukiman dalam radius 100 m dari lokasi longsor. Hal itu terjadi karena di Desa Bandungan termasuk dalam zona lemah pada kawasan potensi longsor. Metode FFD merupakan pengembangan dari analisis geospasial yang digunakan untuk mengetahui kondisi struktur makro disuatu daerah. Metode ini menerapkan perhitungan pola kerapatan garis lineasi pada citra satelit, sehingga dapat diketahui zona-zona lemah (Thannoun, 2003). Analisis FFD yang menjelaskan arah dari suatu rekahan dapat digunakan sebagai langkah mitigasi dan menghindari pembangunan area pemukiman di zona longsor.

Selain menganalisis data FFD, penelitian ini juga menggunakan metode magnetik untuk menganalisis struktur permukaan bawah bumi dengan memanfaatkan sifat dari jenis batuan yang tersusun. Metode magnetik biasa digunakan untuk mengukur variasi medan magnetik di permukaan bumi yang disebabkan oleh adanya variasi distribusi benda termagnetisasi di bawah permukaan bumi. Variasi intensitas medan magnet akan ditafsirkan dan kemudian dijadikan dasar bagi pendugaan keadaan geologi (Widya, 2016). Metode magnetik cukup efisien dilakukan karena proses pengambilan data yang efektif serta resolusi spasial yang tinggi, memungkinkan deteksi detail struktur geologi dan anomali magnetik yang mungkin berkaitan dengan potensi bencana alam seperti longsor.

Hasil dari interpretasi dengan menggunakan dua metode ini bertujuan untuk mengetahui kawasan rawan bencana tanah longsor yang terus meluas dan mengetahui kondisi struktur bawah tanah sekitar wilayah longsor. Hal ini

diharapkan bisa membantu mitigasi bencana untuk wilayah pemukiman sekitar tanah longsor.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana sebaran nilai anomali medan magnet pada zona longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur?
2. Bagaimana nilai *FFD* pada zona longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur?
3. Bagaimana karakterisasi anomali medan magnet dan *Fault Fracture Density (FFD)* pada zona longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan di atas, maka dilakukannya penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

1. Menganalisis sebaran nilai anomali medan magnet pada zona longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur.
2. Menganalisis nilai *FFD* pada zona longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur.
3. Mengkarakterisasi anomali medan magnet dan *Fault Fracture Density (FFD)* pada zona longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur.

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan pada zona longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur dengan titik koordinat  $-7.125693^{\circ}$  s.d.  $-7.136493^{\circ}$  LS dan  $110.437606^{\circ}$  s.d.  $110.445706^{\circ}$  BT.
2. Proses akuisisi data dilakukan dengan menggunakan metode *looping*.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi kontribusi yang baik untuk pemerintah atau instansi terkait dan akademisi serta masyarakat. Adapun manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut:

1. Manfaat bagi pemerintah dan instansi

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pemerintah ataupun instansi terkait, seperti Pemerintah Kabupaten Semarang dan BPBD Kabupaten Semarang dalam melakukan upaya mitigasi bencana dan rehabilitasi pada daerah terdampak tanah longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur.

2. Manfaat bagi akademisi

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan bagi kalangan akademisi pada karakteristik *Fault Fracture Density (FFD)* dan anomali medan magnet pada zona longsor di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur.

### 3. Manfaat bagi masyarakat

Hasil dari penelitian ini diharapkan bisa memberikan edukasi dan pemahaman yang dapat dilakukan masyarakat sekitar zona lemah potensi rawan longsor sebagai upaya mitigasi bencana secara mandiri terutama pada sejumlah area pemukiman di Dusun Bandungan, Desa Kalongan, Ungaran Timur.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Anomali medan magnet yang terukur di zona longsor Dusun Bandungan berkisar antara 10 s.d. 919 nT dengan nilai anomali sedang hingga tinggi dominan ditemukan di dalam zona longsor. Pada sisi barat, timur dan selatan dari zona longsor merupakan wilayah pemukiman memiliki nilai anomali yang beragam mulai dari rendah hingga sedang, tetapi di beberapa titik terdeteksi nilai anomal tinggi.
2. Nilai *Fault Fracture Density (FFD)* yang terdapat di zona longsor Dusun Bandungan berkisar antara 0.1 s.d. 2.5 m/m<sup>2</sup> dengan nilai FFD tinggi dominan terdeteksi yang mengarah ke Timur Laut zona longsor. Sisi Selatan dari zona longsor merupakan wilayah pemukiman memiliki nilai yang beragam dari rendah hingga sedang karena di area tersebut berada di dataran yang lebih rendah dibandingkan dengan area di sekitar zona longsor. Semakin mendekati area zona longsor semakin tinggi nilai FFD yang terdeteksi, sebagian besar zona longsor di Dusun Bandungan terdapat patahan dan rekahan dari pelapukan atau deformasi geologi yang terjadi.
3. Karakteristik nilai anomali medan magnet di dalam zona longsor memiliki rentang nilai sedang hingga tinggi menunjukkan kondisi batuan bawah permukaan yang tidak stabil, sedangkan anomali medan magnet di luar zona

longsor dominan rendah hingga sedang menunjukkan kondisi geologi relatif stabil. Karakteristik nilai FFD di dalam zona longsor memiliki densitas rekahan lebih tinggi dengan arah dominan rekahan tegak lurus dengan patahan utama NE – SW yang berpotensi longsor, sedangkan nilai FFD di luar zona memiliki densitas rekahan lebih rendah dan batuan relatif stabil dengan arah rekahan yang acak mengurangi pengaruh ketidakstabilan lereng.

## 5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan ialah penelitian lebih lanjut mengenai bidang gelincir dan *Fault Fracture Density (FFD)* menggunakan data gravitasi pada zona longsor di Dusun Bandungan, Ungaran Timur dapat dilakukan sebagai salah satu pengontrol internal tanah longsor lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Akhir, J.M., dan Abdullah, I. 2010. *Automatic Mapping of Lineaments Using Shaded Relief Images Derived from Digital Elevation Model (DEM) in The Maran-Sungi Lembing Area Malaysia*. Electronic Journal of Geotechnical Engineering. **15(2): 949 – 957**.
- Agung, Y.Z., Haryanto, A.D., Hardiyono, A., Setiawan, D.L., Suleman, W.A. 2021. *High Permeability Zone on Geothermal Manifestations Using Fault Fracture Density in Sembalun Area, Lombok*. Journal of Geological and Applied Geology, **5(2)**, Agustus 2021. Teknik Geologi. Universitas Padjajaran.
- Arlin, M., Jahidin., Ngkoimani, L.O. 2023. *Identifikasi Keterpadatan Endapan Emas Menggunakan Metode Magnetik Di Daerah Wumbubangka Kecamatan Rarowatu Utara Kabupaten Bombana*. Einstein's: Research Journal of Applied Physics, **Vol. 1 No. 1: 22 – 30**, April 2023. Magister Fisika Pascasarjana Universitas Halu Ole.
- Blakely, R.J. 1995. *Potential Theory in Gravity and Magnetic Application*. Cambridge University Press. Cambridge.
- BNPB. 2013. *Indeks Risiko Bencana Indonesia (IRBI)*. Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Ghozali, A. dan Nugroho, H.A. 2019. *Rancang Bangun Proton Procession Magnetometer Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 328P*. Prosiding Semnastek 2019. FT UMJ.
- Hidayat, R.M., Marin, J., Abdurrahman, R.B., Devienna, S.N., Fatimah, I.N. 2023. *Analisis Land Surface Temperature (LST) dan Fault Fracture Density (FFD) di Daerah Geothermal Bukit Kili-Gunung Talang, Sumatra Barat*. Physics Society Indonesia, **12(2)**. Departemen Teknik Geofisika. Universitas Diponegoro.

- Javhar, A., Chen, X., Bao, A., Jamshed, A., Yunus, M., Jovid, A., Latipa, T. 2019. *Comparasion of Multi-Resolution Optical Landsat-8, Sentinel-2 and Radar Sentinel-1 Data for Automatic Lineament Extraction: A Case Study of Alichur Area, SE Pamir, Remote Sensing*, **11(7): 1 – 29**.  
<https://doi.org/10.3390/rs11070778>
- Juanita, Isna Laily. 2016. *Aplikasi Metode Geomagnet untuk Mengetahui Struktur Geologi Bawah Permukaan Ranu Segaran Duwes, Kecamatan Tiris Kabupaten Probolinggo Provinsi Jawa Timur*. Skripsi. Fisika Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Maulana Malik Ibrahim.
- Khoirunnisa, S., Wibowo, B., N., Rosyida, H., dkk. 2024. *Analisis Keberadaan Manifestasi Panas Bumi Menggunakan Fault Fracture Density (FFD) Di Kecamatan Tempuran, Kabupaten Magelang*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Kalijaga.
- Kurniawan, Oki. 2022. *Analisis Fault Fracture Density pada Potensi Panas Bumi Non-Vulkanik untuk Menentukan Recharge Area; Studi Kasus di Wilayah Lore Lindu, Sulawesi Tengah*. Jurnal Ilmiah Geomatika, **Vol. 2 No. 2** (2022). Teknik Geomatika. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Liu, G.J., Mason, P.J. 2016. *Image Processing and GIS for Remote Sensing*. Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- Maulana, D.S., Indrawan, I.G.B., dan Warmada, I.W. 2024. *Pemetaan Kerentanan Gerakan Tanah di Kecamatan Ungaran Timur, Kabupaten Semarang*. **Vol. 8 No. 2**, ISSN: 2808-6988. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Naufal, M.R., dan Sya’ban, S.N. 2021. *Aplikasi Lineament Density Analysis Untuk Prospeksi Endapan Timah Primer: Studi Kasus Daerah Bangka Selatan*. Jurnal Teknik Kebumian, **Vol. 7 No. 1**: Oktober 2021. Departemen Teknik Geologi. Universitas Gadjah Mada.

- Purwaningsih, R., Khumaedi, dan Susanto, H. 2015. *Interpretasi Bawah Permukaan Sesar Kali Kreo Berdasarkan Data Magnetik*. Jurnal Fisika UNNES, **Vol. 4 No. 1: 9 – 16**.
- Salim, A., Bangkit, H., dan Aries, M.A. 2007. *Pengembangan Sistem Akuisisi Magnetometer Proton*. Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara. **Jilid 2(4)**.
- Sandi, A.F., dan Sutriyono, E. 2023. *Analisis Kelurusan Struktur Geologi di Desa Karang Tengah dan Sekitarnya, Kabupaten Bogor, Jawa Barat*. Journal of Geoscience Engineering & Energy. **6(1): 90 – 123**. Teknik Geologi. Universitas Sriwijaya Sumatera Selatan.
- Suryantini, Wibowo, Hendro, H. 2010. *Application of Fault and Fracture Density (FFD) Method for Geothermal Exploration in Non-Volcanic Geothermal System; a Case in Sulawesi-Indonesia*. Jurnal Geoaplika, **Vol 5 No 1**, hal 027 – 037. Fakultas Sains dan Teknologi. Institut Teknologi Bandung.
- Tampubolon, T., dan Harahap, M.A.T. 2017. *Identifikasi Anomali Medan Magnetik Bawah Permukaan Daerah Gunung Sinabung*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Medan.
- Ta'uno, J.S.D., Tamuntuan, G.H., dan Tongkukut, S.H.J. 2016. *Analisis Medan Magnet Bumi Sebelum dan Sesudah Kejadian Gempa (Studi Kasus: Gempa 18 November 2014 di Sabang)*. Jurnal MIPA UNSRAT Online **5(2):65 – 69**. Fisika. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition (Second Edition)*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Thannoun, R.G. 2013. *Automatic Extraction and Geospatial Analysis of Lineaments and Their Tectonic Significance in Some Areas of Northern Iraq using Remote Sensing Techniques and GIS*. Mosul University. Iraq.
- Tjahjadi, M.E., Maulinda, Noraini, A., Arafah, F., Jasmani, Fransisca, D.A. 2020. *Pemanfaatan DEMNAS (Digital Elevation Model Nasional) Untuk*

*Menentukan Tinggi Terbang UAV Terhadap Permukaan Tanah.* Teknik Geodesi. Institut Teknologi Nasional Malang.

Utama, W., Warnana, D.D., Bahri, S., Hilyah, A. 2016. *Eksplorasi Geomagnetik Untuk Penentuan Keberadaan Pipa Air Di Bawah Permukaan Bumi.* Jurnal Teknik Geofisika. FTSP. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

