

SKRIPSI

**ANALISIS SUSEPTIBILITAS BATUAN DAN IDENTIFIKASI DUGAAN
ZONA SESAR MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK DI DESA
PENUSUPAN, KECAMATAN PEJAWARAN, KABUPATEN
BANJARNEGARA, JAWA TENGAH**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar derajat Sarjana S-1



Disusun Oleh

Nama : Riska Sorayawati

NIM : 22106020006

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA

YOGYAKARTA

2026/2027

HALAMAN 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-1968/Un.02/DST/PP.00.9/08/2026

Tugas Akhir dengan judul : Analisis Suseptibilitas Batuan Dan Identifikasi Dugaan Zona Sesar menggunakan Metode Magnetik Di Desa Pemusupan, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah
yang dipersiapkan dan disusun oleh:
Nama : RISKHA SORAYAWATI
Nomor Induk Mahasiswa : 22106020006
Telah diujikan pada : Jumat, 14 Agustus 2026
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: 6a11a253f1d0e



Penguji I

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

Valid ID: 6a11a253f1d0e



Penguji II

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

Valid ID: 6a11a253f1d0e



Yogyakarta, 14 Agustus 2026
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Prof. Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 6a11a253f1d0e

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riska Sorayawati
NIM : 22106020006
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya, bahwa skripsi yang berjudul "Analisis Suseptibilitas Batuan Untuk Identifikasi Dugaan Zona Sesar Di Desa Penusupan, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah" adalah hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diujikan untuk memperoleh gelar sarjana 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, Agustus 2026

Penulis



Riska Sorayawati
NIM. 22106020006

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



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 : Riska Sorayawati
NIM : 22106020006
Judul Skripsi : Analisis Suseptibilitas Batuan Dan Identifikasi Dugaan Zona Sesar Menggunakan Metode Magnetik Di Desa Penusupan, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah

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.

Yogyakarta, 06 Agustus 2026

Pembimbing II

Dr. Nugroho Budi Wibowo, S.Si, M.Si
NIP. 19840223 200801 1 011

Pembimbing I

Andi, M.Sc
NIP. 19870210 201903 1 005

MOTTO

“Dan mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan shalat.”

(QS. Al-Baqarah: 45)



PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, karya ini penulis persembahkan kepada:

Kedua orang tua tercinta, yang tidak pernah lelah memberikan doa, kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan. Terima kasih telah menjadi tempat pulang dan sumber kekuatan dalam setiap langkah perjalanan penulis.

Adikku tersayang, yang selalu memberikan semangat, keceriaan, dan menjadi salah satu alasan untuk terus berusaha menjadi lebih baik.

Kakek dan nenek tercinta, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dan perhatian yang begitu berarti. Terima kasih telah menjadi bagian indah dalam perjalanan hidup penulis.



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Analisis Suseptibilitas Batuan Dan Identifikasi Dugaan Zona Sesar Menggunakan Metode Magnetik Di Desa Penusupan, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penyusunan ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Diri sendiri yang telah bekerja keras, bersabar, dan tidak menyerah dalam melampaui segala proses serta tantangan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Kedua orang tua, saudara, serta kakek dan nenek tercinta, yang tiada henti memberikan doa, dukungan moral, serta semangat bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Noorhaidi, M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta beserta jajarannya.
4. Ibu Prof. Dr. Hj. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.

5. Ibu Dr. Widayanti, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
6. Ibu Anis Yuniati, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
7. 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.
8. Bapak Dr. Nugroho Budi Wibowo, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak membantu dan memberikan dukungan kepada penulis selama proses dalam pengerjaan tugas akhir.
9. Seluruh dosen yang telah mengajar penulis di Program Studi Fisika, atas pengajarannya, kepercayaannya, ilmu yang diberikan, serta berbagai nasehat yang telah diberikan kepada penulis.
10. Teman – teman metode magnetik, Tertia, Winni, dan Lailia, yang selalu menjadi rekan dalam mengerjakan skripsi serta pengambilan data di lapangan.
11. Teman – teman Fisika angkatan 2022 atau Unmecour dan Geofisika, yang telah menjadi teman baik selama menjalani proses perkuliahan.
12. Teman – teman kelompok KKN Ratamba 3 yang selalu memberi dukungan dalam penyusunan skripsi.
13. Serta seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di

masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi tambahan ilmu pengetahuan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, Juli 2026

Penulis



**ANALISIS SUSEPTIBILITAS BATUAN DAN IDENTIFIKASI DUGAAN ZONA
SESAAR MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK DI DESA PENUSUPAN,
KECAMATAN PEJAWARAN, KABUPATEN BANJARNEGARA, JAWA
TENGAH**

Riska Sorayawati

22106020006

INTISARI

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi nilai suseptibilitas batuan bawah permukaan dan menganalisis dugaan zona sesar di Desa Penusupan, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara. Pengukuran medan magnet total dilakukan sebanyak 50 titik di area seluas $\pm 2,5 \text{ km}^2$ dengan interval antar titik 250 meter. Data magnetik diolah melalui koreksi variasi harian dan IGRF, pemisahan anomali regional dan residual, reduksi ke kutub, kontinuasi ke atas, analisis *Second Vertical Derivative* (SVD) dan *Tilt Derivative* (TDR), serta pemodelan bawah permukaan 2D. Hasil dari pemodelan mengidentifikasi empat satuan litologi yaitu tanah permukaan berlempung $(1 - 12) \times 10^{-5} \text{ SI}$, lempung $(1 - 2) \times 10^{-5} \text{ SI}$, batu pasir $(1 \times 10^{-3} \text{ SI})$, dan andesit $(1 - 5) \times 10^{-2} \text{ SI}$. Analisis SVD ($|MIN| < |MAX|$) mengindikasikan dugaan patahan turun (*normal fault*) dengan arah dominan Barat Laut – Tenggara ($135^\circ - 315^\circ$) hingga Barat – Timur ($90^\circ - 270^\circ$). Interpretasi metode magnetik yang bersifat tidak langsung terhadap struktur bawah permukaan diperkuat melalui analisis TDR, pemodelan 2D, dan validasi kondisi geologi lapangan yang menunjukkan adanya zona pelapukan dan bidang diskontinuitas pada lokasi dugaan sesar.

Kata Kunci: Metode Magnetik, Suseptibilitas Magnetik, Dugaan Zona Sesar, SVD, TDR.

**ANALISIS SUSEPTIBILITAS BATUAN DAN IDENTIFIKASI DUGAAN ZONA
SESAR MENGGUNAKAN METODE MAGNETIK DI DESA PENUSUPAN,
KECAMATAN PEJAWARAN, KABUPATEN BANJARNEGARA, JAWA
TENGAH**

Riska Sorayawati

22106020006

ABSTRACT

This study aims to identify subsurface rock susceptibility values and analyze a suspected fault zone in Penusupan Village, Pejawaran District, Banjarnegara Regency. Total magnetic field measurements were conducted at 50 points across an area of approximately 2.5 km², with a 250-meter interval between points. Magnetic data processing involved diurnal variation and IGRF corrections, regional-residual anomaly separation, reduction to the pole, upward continuation, Second Vertical Derivative (SVD) and Tilt Derivative (TDR) analyses, and 2D subsurface modeling. Modeling results identified four lithological units: clayey surface soil $(1 - 12) \times 10^{-5}$ SI, clay $(1 - 2) \times 10^{-3}$ SI, sandstone 1×10^{-3} SI, and andesite $(1 - 5) \times 10^{-2}$ SI. SVD analysis ($|MIN| < |MAX|$) indicates a suspected normal fault with a dominant trend ranging from Northwest–Southeast (135°–315°) to West–East (90°–270°). The indirect interpretation of subsurface structures via the magnetic method is corroborated by TDR analysis, 2D modeling, and field geological validation, which reveal weathering zones and discontinuity planes at the suspected fault location.

Keywords: *Magnetic Method, Magnetic Susceptibility, Inferred Fault Zone, SVD, TDR.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	8
1.4. Batasan Penelitian	8
1.5. Manfaat Penelitian	9
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Studi Pustaka.....	11
2.2 Landasan Teori.....	14
2.2.1 Konsep Dasar Metode Magnetik.....	14
2.2.2 Sifat Magnetik Batuan.....	16
2.2.3 Metode Magnetik	20
2.2.4 Geologi.....	27
2.2.5 Sesar	28
2.2.6 Kelurusan (<i>Lineament</i>).....	30
2.2.7 Second Vertical Derivative (SVD).....	31
2.2.8 <i>Tilt Derivarive</i> (TDR) dan <i>Horizontal Derivative of Tilt Derivative</i> (HD TDR)	32
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	35
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2 Alat dan Bahan.....	36

3.3 Prosedur Kerja.....	37
3.3.1 Studi Literatur	38
3.3.2 Akuisisi Data.....	39
3.3.3 Koreksi Variasi Harian dan Koreksi IGRF	39
3.3.4 Pemisahan Anomali	40
3.3.5 Reduksi ke Kutub.....	40
3.3.6 Kontinuasi ke Atas	41
3.3.7 Analisis Derivative (SVD & TDR)	41
3.3.8 Sayatan Derivative	42
3.3.9 Identifikasi Patahan.....	42
3.3.10 Pemodelan 2D	42
3.3.11 Interpretasi	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	44
4.1 Hasil Penelitian	44
4.1.1 Nilai Suseptibilitas Batuan.....	44
4.1.2 Model 2D	45
4.2 Pembahasan.....	47
4.2.1 Anomali Medan Magnet	48
4.2.2 Medan Magnet Total.....	50
4.2.3 Pemisahan Anomali	51
4.2.4 Reduksi Ke Kutub.....	55
4.2.5 Kontinuasi Ke Atas	56
4.2.6 Model 2 Dimensi (2D)	58
4.2.7 Kelurusan (<i>Lineament</i>).....	62
4.2.8 <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD) dan <i>Tilt Derivative</i> (TDR).....	63
4.3 Integrasi – Interkoneksi.....	72
BAB 5 PENUTUP	75
5.1 Kesimpulan	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN.....	81
A. Tabel Hasil Pengolahan Nilai Medan Magnet	81
B. Mencari Koreksi IGRF	85
C. Pembuatan Kontur Anomali Medan Magnet.....	86
D. Pemisahan Anomali	89

E. Tahap Reduksi Ke Kutub.....	93
F. Proses Kontinuasi Ke Atas.....	94
G. Pemodelan 2D	95
H. Tahap <i>Second Vertical Derivative</i> (SVD), <i>Tilt Derivative</i> (TDR), dan <i>Horizontal Derivative of Tilt Derivative</i> (HD TDR).....	97
I. Tahap Kelurusan (<i>Lineament</i>)	99
J. Dokumentasi Lapangan.....	103



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Peta Geologi Penelitian.....	3
Gambar 2. 1. Cara Kerja Alat PPM (Rohim dkk., 2020).....	21
Gambar 2. 2. (a) Sesar Naik (b) Sesar Turun (c) Sesar Turun.....	30
Gambar 3. 1. Peta Desain Survei Penelitian	35
Gambar 3. 2. Alat dan Bahan	37
Gambar 3. 3. Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4. 1. Peta Lokasi Sayatan.....	44
Gambar 4.2. (a) Model 2D Sayatan A-A' (b) Validasi Lapangan Lokasi Sesar	46
Gambar 4.3. Model 2D Sayatan B-B' (b) Validasi Lapangan Lokasi Sesar (c) Validasi Lapangan Formasi Qjyf	46
Gambar 4.4. (a) Model 2D Sayatan C-C' (b) Validasi Lapangan Lokasi Sesar (c) Validasi Lapangan Formasi Tpb	47
Gambar 4.5. (a) Model 2D Sayatan D-D' (b) Validasi Lapangan Formasi Tptb.....	47
Gambar 4.6. Peta Anomali Medan Magnet	48
Gambar 4.7. Peta Medan Magnet Total.....	50
Gambar 4.8. Grafik Radially Averaged Power Spectrum	52
Gambar 4.9. Grafik Depth Estimate	52
Gambar 4.10. Peta Anomali Regional.....	53
Gambar 4.11. Peta Anomali Residual	54
Gambar 4.12. Reduksi ke Kutub	56
Gambar 4.13. Peta Kontinuasi ke Atas 30.....	58
Gambar 4.14. Peta Kelurusan Daerah Penelitian.....	62
Gambar 4.15. Peta Second Vertical Derivative (SVD) Daerah Penelitian.....	65
Gambar 4.16. Sayatan SVD A - A'	65
Gambar 4.17. Sayatan SVD B - B'	66
Gambar 4.18. Sayatan SVD C - C'	66
Gambar 4.19. Sayatan SVD D - D'	66
Gambar 4.20. Peta Tilt Derivative Daerah Penelitian	68
Gambar 4.21. Peta HD TDR Daerah Penelitian	68
Gambar 4.22. Sayatan TDR A - A'	70
Gambar 4.23. Sayatan TDR B - B'	70
Gambar 4.24. Sayatan TDR C - C'	70

Gambar 4.25. Sayatan TDR D - D'	71
--	----



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Pustaka.....	11
Tabel 2.2 Klasifikasi Batuan dan Mineral	24
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	34
Tabel 4.1 Identifikasi Bawah Permukaan.....	42
Tabel 4.2 Klasifikasi Jenis Patahan Berdasarkan Nilai SVD.....	62



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang berada pada pertemuan tiga lempeng tektonik besar dan satu lempeng kecil, yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, Lempeng Pasifik, dan Lempeng Filipina. Pergerakan dan interaksi antar lempeng tersebut menyebabkan terbentuknya zona subduksi serta berbagai struktur geologi seperti sesar dan lipatan. Pelepasan energi dari aktivitas lempeng dapat memicu pergeseran batuan dan pembentukan sesar, baik di darat maupun di laut yang sering kali memicu terjadinya tanah bergerak di berbagai wilayah. Kondisi tektonik yang aktif ini menjadikan Indonesia sebagai wilayah dengan kerentanan geologi tinggi (Maulana dkk., 2022).

Selain faktor alami, aktivitas manusia juga turut memperbesar potensi terjadinya bencana geologi di wilayah yang secara tektonik sudah aktif tersebut. Salah satu contohnya adalah alih fungsi hutan menjadi lahan perkebunan yang dilakukan tanpa memperhatikan prinsip konservasi tanah dan air. Aktivitas ini dapat menurunkan kualitas fisik tanah, seperti berkurangnya kandungan bahan organik, porositas, dan permeabilitas tanah. Akibatnya, tanah menjadi sulit menyerap air dan lebih mudah mengalami kejenuhan, yang pada akhirnya dapat memicu terjadinya erosi, tanah longsor, maupun tanah bergerak, terutama di daerah dengan kemiringan lereng tinggi (Junaedi dkk., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan manusia dengan lingkungan hidup bersifat sirkuler, artinya setiap aktivitas manusia sedikit

banyak akan mengubah kondisi lingkungan, dan sebaliknya kondisi lingkungan yang berubah akan memberikan dampak balik terhadap kehidupan manusia. Oleh karena itu, diperlukan kesadaran dan kebijakan yang bijak agar interaksi manusia dengan lingkungan dapat berjalan secara seimbang, sehingga potensi bencana geologi dapat diminimalisasi dan keberlanjutan lingkungan tetap terjaga (Sucipto & Mulyati, 2020).

Dalam Al-Qur'an, bencana yang terjadi di bumi juga tidak dapat terlepas dari ketetapan Allah SWT. Hal ini ditegaskan dalam firman-Nya:

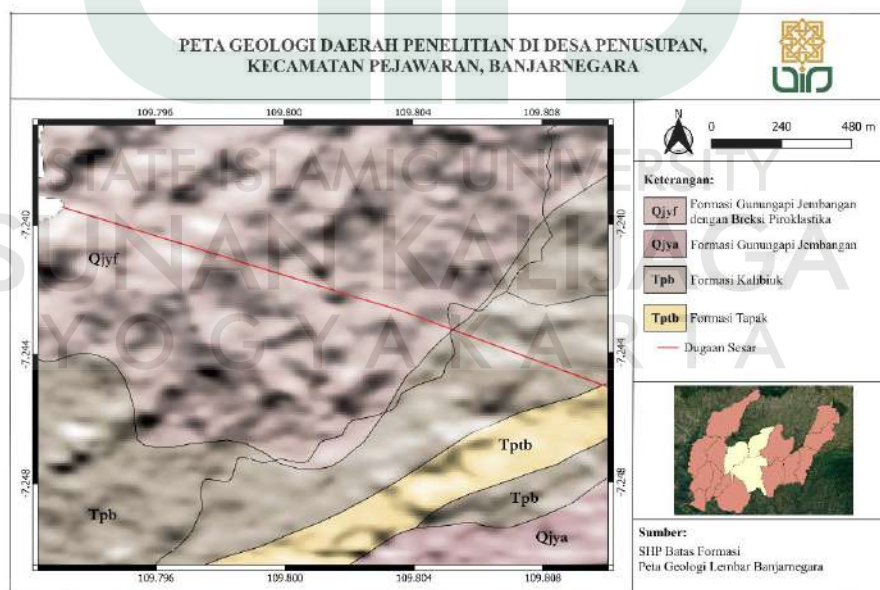
مَا أَصَابَ مِنْ مُصِيبَةٍ فِي الْأَرْضِ وَلَا فِي أَنْفُسِكُمْ إِلَّا فِي كِتَابٍ مِّن قَبْلِ أَن نَّبْرَأَهَا إِنَّ ذَلِكَ عَلَى اللَّهِ يَسِيرٌ ﴿٢٢﴾

Artinya: “Tiada suatu bencana pun yang menimpa di bumi dan (tidak pula) pada dirimu sendiri melainkan telah tertulis dalam kitab (Lauhul Mahfuzh) sebelum Kami menciptakannya. Sesungguhnya yang demikian itu adalah mudah bagi Allah.” (Al-Hadid:22)

Ayat diatas menjelaskan bahwa segala bentuk bencana dan musibah, baik yang terjadi di bumi seperti gempa, banjir, dan bencana alam lainnya, maupun yang menimpa manusia seperti kecelakaan, penyakit, dan lain sebagainya, semuanya telah ditetapkan oleh Allah jauh sebelum diciptakannya makhluk. Semua kejadian tersebut telah tertulis di Lauhul Mahfuzh dan tidak ada satu pun yang luput dari pengetahuan-Nya. Menetapkan segala sesuatu sangatlah mudah bagi Allah, karena Dia Maha Mengetahui segala yang telah ada maupun yang akan terjadi, baik hal besar maupun kecil, yang terlihat maupun yang tidak tampak. Ayat ini juga mengingatkan agar umat Islam tidak mempercayai ramalan, dukun, atau hal gaib

selain kekuasaan Allah, sebab hal tersebut bertentangan dengan tauhid rububiyah yang menegaskan bahwa Allah satu-satunya yang mengatur seluruh alam (Maharani & Minarti, 2022).

Salah satu fenomena geologi yang sangat erat kaitannya dengan munculnya bencana adalah sesar. Sesar merupakan struktur geologi yang terbentuk akibat rekahan pada massa batuan, dimana bagian-bagian batuan di sepanjang bidang tersebut mengalami pergeseran relatif akibat pengaruh gaya tektonik (Ragan, 2009). Sesar memiliki bentuk dan dimensi yang bervariasi, mulai dari bidang sesar tunggal hingga jalur sesar yang panjangnya dapat mencapai puluhan kilometer. Struktur sesar ini terbentuk karena akumulasi tekanan dari pergerakan lempeng tektonik, yang apabila dilepaskan dapat menimbulkan deformasi batuan bawah permukaan dan memicu terjadinya tanah bergerak di wilayah sekitarnya (Maharani & Minarti, 2022).



Gambar 1. 1. Peta Geologi Penelitian

Berdasarkan Peta Geologi Desa Penusupan dan Desa Pejawaran, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara yang disusun dari data DEMNAS Kecamatan Pejawaran, SHP Geologi, dan SHP Batas Administrasi, wilayah penelitian memiliki keragaman satuan batuan yang cukup kompleks. Terdapat lima formasi batuan utama, yaitu Formasi Kalibiuk, Formasi Tapak, Formasi Batuan Gunungapi Jembangan, Formasi Batuan Gunungapi Jembangan dengan Breksi Piroklastika, serta Anggota Breksi Formasi Ligung. Formasi Kalibiuk (Tpb) tersusun atas batupasir, batulempung, dan napal berumur Tersier yang bersifat lunak dan mudah lapuk, sehingga rentan terhadap gerakan tanah. Formasi Tapak (Tptb) terdiri atas breksi dan lava gunungapi tua yang keras namun dapat melemah saat terlapukkan. Formasi Batuan Gunungapi Jembangan (Qjya) dan Breksi Piroklastika hasil aktivitas vulkanik Kuarter umumnya berupa breksi, lava, dan tufa yang bervariasi dari keras hingga mudah retak. Sementara Anggota Breksi Formasi Ligung tersusun atas fragmen batuan vulkanik keras, namun dapat menjadi bidang lemah ketika jenuh air atau tererosi.

Selain litologi, peta juga memperlihatkan adanya struktur sesar berarah Barat – Timur hingga Barat Laut – Tenggara yang memotong beberapa formasi batuan. Keberadaan sesar ini berfungsi sebagai zona lemah batuan dan jalur rembesan air tanah yang dapat menurunkan kestabilan lereng. Kombinasi antara litologi yang mudah lapuk, struktur sesar aktif, serta morfologi yang bergelombang hingga curam menjadikan wilayah Desa Penusupan memiliki kerentanan tinggi terhadap bencana tanah bergerak dan amblesan. Kondisi ini menunjukkan bahwa

aspek geologi memegang peranan penting dalam menentukan kestabilan wilayah dan potensi terjadinya bencana di daerah penelitian.

Untuk memetakan kondisi bawah permukaan dan mengidentifikasi faktor-faktor penyebab ketidakstabilan lereng, penelitian ini menerapkan metode geofisika yaitu metode magnetik. Metode magnetik merupakan salah satu teknik geofisika non-invasif yang memanfaatkan prinsip dasar elektromagnetik untuk memetakan variasi sifat fisik batuan dan tanah di bawah permukaan. Prinsip kerjanya didasarkan pada pengukuran perubahan intensitas medan magnet total yang terjadi akibat perbedaan suseptibilitas magnetik material, yaitu kemampuan suatu bahan untuk termagnetisasi di bawah pengaruh medan magnet (Dearing, 1999). Dalam penelitian geologi lingkungan, metode magnetik berperan penting untuk menentukan zona lemah dan bidang gelincir bawah permukaan yang berpotensi memicu gerakan tanah, sehingga dapat membantu analisis kestabilan lereng dan upaya mitigasi bencana.

Berdasarkan penelitian terdahulu, Puspita dkk., (2023) menerapkan metode magnetik melalui koreksi IGRF, variasi harian, hingga *Reduction to Pole* (RTP) untuk mengidentifikasi sistem panas bumi di Karangrejo, Pacitan yang dikontrol oleh sesar utara – selatan dan timur laut – barat daya dengan litologi dominan berupa andesit dan alterasi kaolin. Rohyati dkk., (2019) mengukur medan magnet total di Laut Flores menggunakan *Proton Precession Magnetometer* (PPM) dan menemukan bahwa anomali magnetik rendah (-156,1 nT hingga 0 nT) berkorelasi erat dengan indikasi keberadaan gunung api bawah laut. Sementara itu, Rohim dkk., (2020) mengintegrasikan kontinuitas ke atas dan RTP di Desa Terak, Bangka

Tengah untuk memodelkan sebaran batuan granit secara 2D dan 3D, yang mengidentifikasi estimasi cadangan granit sebesar 27.883.015,9 m³ pada suseptibilitas 0,00315416 – 0,00692338 SI. Adiltha dkk., (2024) mengaplikasikan kombinasi RTP, kontinuasi ke atas, serta analisis derivative (*First Horizontal Derivative* dan *Second Vertical Derivative*) pada data anomali magnetik Lembar Pangandaran untuk memetakan struktur patahan dan pemodelan 2D bawah permukaan Kabupaten Pangandaran, yang mengidentifikasi keberadaan sejumlah sesar normal, sesar naik, serta struktur lipatan antiklin dan sinklin. Sebagai pembanding, rentang nilai suseptibilitas yang diperoleh pada penelitian ini memiliki variasi yang cukup signifikan, yaitu berkisar antara 1×10^{-2} SI hingga 5×10^{-2} SI. Nilai ini mencakup kontras respons dari material permukaan dangkal seperti *topsoil* berlempung $(1 - 12) \times 10^{-5}$ SI hingga batuan resistif/masif seperti andesit $(1 - 5) \times 10^{-2}$ SI, yang mana berada pada orde yang relatif sejalan dengan karakteristik batuan magmatik/intrusi pada penelitian – penelitian terdahulu tersebut.

Meskipun metode magnetik dengan alat PPM terbukti praktis dan sensitif untuk merekam kontras sifat fisik batuan melalui nilai suseptibilitasnya, data anomali magnetik total yang diperoleh umumnya masih bersifat kompleks. Data tersebut sering kali dipengaruhi oleh *overlapping* respon antara struktur dalam dan dangkal, sehingga analisis kualitatif sederhana belum cukup akurat untuk memetakan jalur patahan secara presisi. Oleh karena itu, untuk memperkuat bukti keberadaan sesar secara presisi, penelitian ini mengombinasikan ekstraksi metode kelurusan (*lineament*) dengan teknik filter lanjutan berupa *Second Vertical Derivative* (SVD) dan *Tilt Derivative* (TDR). Ekstraksi kelurusan (*lineament*)

digunakan untuk memperkuat indikasi struktur melalui penelusuran pola orientasi deformasi dangkal dan kelurusan topografi daerah penelitian (Maulita dkk., 2024).

Sementara itu, penerapan filter SVD dan TDR berfungsi sebagai alat konfirmasi kuantitatif yang sangat efektif. Filter SVD bekerja mempertegas batas bidang patahan lokal sekaligus memverifikasi tipe pergerakan sesarnya (patahan naik, turun, atau geser). Di sisi lain, metode TDR beserta pengembangannya (*Horizontal Derivative of Tilt Derivative*) diterapkan untuk mempertajam batas tepi (*edge detection*) dan memperjelas lokasi zona lemah tanpa terdistorsi oleh variasi kedalaman sumber anomali. Pengintegrasian analisis kelurusan SVD, TDR, serta pemodelan 2D ini menjadi sangat penting sebagai pembukti solid atau keberadaan sesar di bawah permukaan (Maimuna dkk., 2021). Melalui validasi parameter fisis yang saling memperkuat ini, tujuan penelitian untuk mengidentifikasi nilai suseptibilitas batuan serta mengonfirmasi jenis dan batas dugaan zona sesar di Desa Penusupan dapat dicapai dengan tingkat akurasi yang tinggi.

1.2. Rumusan Masalah

Berikut ini adalah rumusan masalah pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.

1. Bagaimana nilai suseptibilitas batuan di Desa Penusupan kecamatan Pejawaran Kabupaten Banjarnegara berdasarkan hasil pengolahan data anomali medan magnetik total?
2. Bagaimana jenis dugaan sesar Desa Penusupan berdasarkan hasil interpretasi model dua dimensi (2D)?

1.3. Tujuan Penelitian

Berikut ini adalah tujuan dilakukannya penelitian yaitu sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi nilai suseptibilitas batuan bawah permukaan di Desa Penusupan, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara, berdasarkan pengolahan data anomali medan magnet total.
2. Menganalisis jenis dugaan sesar berdasarkan hasil interpretasi model dua dimensi (2D) di Desa Penusupan, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara.

1.4. Batasan Penelitian

Agar penelitian ini lebih fokus dan tidak melebar ke hal-hal di luar topik, maka perlu dibuat batasan penelitian. Batasan ini juga dimaksudkan agar hasil yang diperoleh lebih jelas dan sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Penelitian hanya difokuskan di wilayah yang sesuai dengan desain survei penelitian yaitu di Desa Penusupan dan Desa Pejawaran dengan koordinat 7.23569° LS, 109.79361° BT hingga 7.25142° LS, 109.80710° BT.
2. Metode geofisika yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan metode magnetik untuk mengetahui variasi suseptibilitas batuan dan menginterpretasikan struktur geologi bawah permukaan.
3. Penelitian ini difokuskan pada analisis kondisi geologi bawah permukaan berdasarkan data hasil pengukuran metode magnetik. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi dugaan keberadaan jalur atau zona sesar, serta mengetahui

pola dan sebarannya berdasarkan interpretasi pemodelan 2D. Penelitian tidak membahas aspek detail deformasi atau mekanisme tektonik secara kuantitatif.

4. Hasil penelitian berupa model dua dimensi (2D) bawah permukaan dan peta anomali magnetik.

1.5. Manfaat Penelitian

Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan manfaat, baik secara akademis maupun praktis. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan bisa menambah pengetahuan di bidang geofisika sekaligus memberikan gambaran yang bermanfaat bagi masyarakat maupun pihak terkait.

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Menerapkan secara langsung teori geofisika, khususnya metode magnetik dalam studi kasus nyata untuk pemecahan masalah kebencanaan.
 - b. Mendapatkan pengalaman praktis dalam alur kerja penelitian, mulai dari perencanaan, akuisisi data di lapangan, pengolahan data, hingga interpretasi dan penyusunan tugas akhir.
 - c. Untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar sarjana (S1) dibidang terkait.
2. Bagi Universitas
 - a. Menjadi salah satu bentuk implementasi Tri Dharma Perguruan Tinggi, khususnya dalam bidang penelitian dan pengabdian kepada masyarakat.
 - b. Memberikan referensi ilmiah baru dalam bentuk skripsi yang dapat digunakan sebagai bahan pustaka di perpustakaan universitas.

- c. Memperkuat hubungan dan membuka peluang kerja sama antara universitas dengan pemerintah daerah dalam bidang penelitian dan mitigasi bencana.

3. Bagi Masyarakat

- a. Memberikan informasi mengenai kondisi geologi bawah permukaan Desa Penusupan yang berkaitan dengan potensi tanah bergerak.
- b. Menjadi bahan edukasi dan kesadaran kebencanaan, sehingga masyarakat lebih siap dan waspada terhadap risiko bencana.
- c. Memberikan gambaran sederhana tentang zona rawan, sehingga masyarakat dapat mengantisipasi penggunaan lahan, pemukiman, dan aktivitas pertanian di daerah berlereng curam.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil pengolahan data anomali medan magnet total di Desa Penusupan, Kecamatan Pejawaran, Kabupaten Banjarnegara, diperoleh variasi nilai suseptibilitas batuan yang terbagi menjadi beberapa satuan litologi, yaitu topsoil berlempung dengan suseptibilitas 8×10^{-5} SI, lempung dengan suseptibilitas 1×10^{-5} SI, batu pasir dengan suseptibilitas 8×10^{-3} SI, serta batuan dasar berupa andesit yang bersifat feromagnetik kuat dengan nilai suseptibilitas 1×10^{-2} SI.
2. Berdasarkan hasil interpretasi model 2D pada lintasan sayatan A-A' hingga D-D' yang diperkuat oleh analisis *Second Vertical Derivative* (SVD), jenis dugaan sesar di lokasi penelitian teridentifikasi sebagai patahan turun (*normal fault*). Sesar ini dicirikan oleh nilai mutlak SVD minimum yang lebih kecil dari SVD maksimum ($|MIN| < |MAX|$) serta pemicu amblesan (*downthrow*) blok batuan andesit ke arah timur/kanan yang mempertebal cekungan sedimentasi lempung di atasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiltha, F., Muhardi, M., & Perdhana, R. (2024). Identifikasi Struktur Patahan Di Kabupaten Pangandaran Dan Sekitarnya Berdasarkan Data Anomali Magnetik. *Journal Online Of Physics*, 9(3), 8–17. <https://doi.org/10.22437/Jop.V9i3.34121>
- Alawiyah, U., & Kusmita, T. (2022). Jurnal Riset Fisika Indonesia Sebaran Batuan Daerah Panas Bumi Terak Bangka Tengah Berdasarkan Anomali Magnetik. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 3(1). <http://journal.ubb.ac.id/index.php/jrfi/3356halaman|12>
- Andri, D., Irham, M., & Harmoko, U. (2016). Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Di Muara Sungai Progo Menggunakan Metode Magnetik. *Youngster Physics Journal*, 5(4), <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/bfd/article/view/14129> 409–416.
- Arifin, Y. I. (2019). *Kemagnetan Batuan*. Gorontalo: Ung Press Gorontalo.
- Fowajuh, G. C. (1995). *Geomorphometrical Analysis Of Glacial And Aeolian Lineaments On Satellite Images*. England: Faculty of Pure Science, University of Sheffield for the Degree of Doctor of Philosophy.
- Gani, R. A., Purwanto, S., & Sukarman. (2021). Karakteristik Tanah Vulkanik Di Kabupaten Wonosobo Dan Pengelolaannya Untuk Pertanian. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 45(1), 1. <https://doi.org/10.21082/Jti.V45n1.2021.1-11>

- Gibran, K. A., Setijadi, R., Purwasatriya, B. E., Ananda, R. D., & Nabil, I. M. (2022). Biostratigrafi Dan Sedimentologi Plio-Pleistosen Daerah Bumiayu-Tonjong, Jawa Tengah. *Jurnal Geologi Kelautan*, 20(1). <https://ejournal.mgi.esdm.go.id/index.php/jgk/article/view/738/0>.
- Gong, X., Chen, S., Zhang, S., & Guo, X. (2021). Jpm-4 Proton Precession Magnetometer And Sensitivity Estimation. *Sensors And Materials*, 34(1), 13–26. <https://doi.org/10.18494/Sam3719>
- Griffiths, J. D. (2013). *Introduction To Electrodynamics*. United States of America: Pearson Education.
- Hamdan, A. M. (2022). *Sifat Magnetik Sedimen Muara Sungai Vulkanik*. Banda Aceh: Bandar Publishing.
- Hasria, Fiqriawan, Ridho. M., Astuti, S., & Harisma. (2024). Pemanfaatan Metode Kemagnetan Batuan Di Indonesia. *Einstein's: Research Journal Of Applied Physics*, 2(1). <https://journal.uho.ac.id/index.php/Einsteins>
- Lestari, S. E., Yunita, A., Rahman, R. A., Refrizon, & Sugianto, N. (2022). Aplikasi Metode Magnetik Pada Pemetaan Sumber Panas Bumi Di Kawasan Wisata Air Putih, Lebong, Bengkulu. *Journal Homepage*, 71–76. <https://www.ejournal.unib.ac.id/index.php/nmj>
- Maimuna, A. K., Pramesthi, E. A., Segoro, Y. A., Margiono, R., Azzahra, K. S., Akhadi, M., Siregar, D. V, Tinggi, S., Klimatologi, M., Geofisika, D., Geofisika, S., Bandung, K. I., Gempa, P., Dan, B., Bmkg, T., Kelas, S. G., & Mataram, I. (2021). Analisis Anomali Gaya Berat Menggunakan Metode Svd

Dan Pemodelan 3d-Studi Kasus Gempa Di Kepulauan Togean, Kabupaten Tojo Una-Una, Sulawesi Tengah. *Jurnal Geofisika*, 19(01), 17–23.
<https://topex.ucsd>.

Maulita, I., Prasetyaningsih, N. R., Pratiwi, U., & Azimi, A. (2024). Analisis Second Vertical Derivative Data Gravitasi Untuk Menginterpretasikan Struktur Bawah Permukaan Daerah Lembang. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Terapan*, 11(02), 76–96.
<https://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/fisika/index>

Priambodo, Y. Y. (2012). *Statistik Daerah Kecamatan Pejawaran*. Banjarnegara: Badan Pusat Statistik.

Puspita, B. M., Perwita, A. C., Maryanto, S., & Suyanto, I. (2023). Analisis Metode Magnetik Pada Daerah Manifestasi Panas Bumi Karangrejo, Kabupaten Pacitan. *Insologi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(5), 907–916.
<https://doi.org/10.55123/insologi.v2i5.2662>

Ragan, M. D. (2009). *Structural Geology*. Dalam *Cambridge University Press*. United States Of America By Cambridge University Press, New York.
www.cambridge.org/Ragan,

Ren, Z., Zhang, Y., Zhong, Y., Pan, K., Wu, Q., & Tang, J. (2022). Magnetic Anomalies Caused By 3d Polyhedral Structures With Arbitrary Polynomial Magnetization. *Geophysical Research Letters*, 49(18).
<https://doi.org/10.1029/2022gl099209>

- Ritis, D. R., Cocchi, L., Passaro, S., & Chiappini, M. (2024). Giant Landslide, Hidden Caldera Structure, Magnetic Anomalies And Tectonics In Southern Tyrrhenian Sea (Italy). *Geomorphology*, 466. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2024.109445>
- Rohim, M., Siregar, N. R., & Singarimbun, A. (2020). Identifikasi Potensi Sebaran Batuan Granit Di Desa Terak Menggunakan Metode Geomagnetik. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 1(1). <http://journal.ubb.ac.id/index.php/jrfi/index>
- Rohyati, E., Purwanto, C., Arman, Y., & Apriansyah. (2019). Interpretasi Data Anomali Medan Magnetik Total Transformasi Reduksi Ke Kutub Di Laut Flores. *Prisma Fisika*, 7(3), 158–161. <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculator>.
- Ryan, Moh., Husain, R. J., & Bakri, H. (2015). Studi Anomali Magnetik Total Untuk Pencarian Daerah Prospek Hidrokarbon Daerah Pulau Buru Provinsi Maluku. *Jurnal Geomine*, 1. <https://jurnal.fti.umi.ac.id/index.php/JG/article/view/1312/>
- Sari, N. N., Ivansyah, O., Sampurno, J., & Firdaus, Y. (2017). Identifikasi Sesar Di Perairan Misool, Papua Barat Dengan Menggunakan Metode Magnetik. *Prisma Fisika*, V(3), 83–87.
- Sitorus, E., & Tampubolon, T. (2018). Penentuan Struktur Bawah Permukaan Area Panas Bumi Tinggi Raja Kabupaten Simalungun Dengan Menggunakan Metode Magnetik. *Jurnal Einstein*, 6(1).

[Http://Jurnal.Unimed.Ac.Id/2012/Index.Php/Einstene-Issn:2407-747x,P-Issn2338-1981](http://Jurnal.Unimed.Ac.Id/2012/Index.Php/Einstene-Issn:2407-747x,P-Issn2338-1981)

- Tanjung, R. U. S., Pujiastuti, D., & Putra, A. (2023). Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Data Anomali Medan Magnet Daerah Manifestasi Panas Bumi Sampuraga Kabupaten Mandailing Natal. *Jurnal Fisika Unand*, 12(4), 554–560. <https://doi.org/10.25077/jfu.12.4.554-560.2023>
- Thompson, G. R., & Turk, J. (1998). *Introduction To Physical Geology* (2 Ed.). New York: Saunders College.
- Utama, W., Warnana, D. D., Hilyah, A., Bahri, S., Syaifuddin, F., & Farida, H. (2016). Eksplorasi Geomagnetik Untuk Penentuan Keberadaan Pipa Air Di Bawah Permukaan Bumi. *Jurnal Geosaintek*, 2(3).
- Wangsness, K. R. (1986). *Electromagnetic Fields*. New York: Wiley.
- Widagdo, A. (2022). Sesar Mendatar/Patahan Geser Kanan Dan Kiri. Dalam S. Waluyo & I. Permanajati (Ed.), *Buku Struktur Geologi* (1). Universitas Jendral Soedirman. <https://www.researchgate.net/publication/375952366>
- Wilson, C. R. (2021). *Essentials Of Geophysical Data Processing*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Yamato, M., & Kimura, T. (2020). Magnetic Processing Of Diamagnetic Materials. *Polymers*, 12(7), 1–23. <https://doi.org/10.3390/polym12071491>
- Zuhdi, M., Taufik, M., Ayub, S., Wahyudi, & Makhrus, M. (2021). *Pengantar Geofisika*. Lombok: Einstein College.