

**KARAKTERISASI MINERAL MAGNETIK PADA BATUAN
VULKANIK KAWASAN DANAU MANINJAU SUMATERA
BARAT MENGGUNAKAN *BARTINGTON MAGNETIC
SUSCEPTIBILITY METER***

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Sains*



**Oleh :
MUHAMMAD RIYAN FADILA
NIM. 14034031**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**KARAKTERISASI MINERAL MAGNETIK PADA BATUAN
VULKANIK KAWASAN DANAU MANINJAU SUMATERA
BARAT MENGGUNAKAN *BARTINGTON MAGNETIC
SUSCEPTIBILITY METER***

Nama : Muhammad Riyan Fadila
NIM : 14034031
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2019

Mengetahui:
Ketua Jurusan Fisika

Dr. Ratnawulan, M.Si.
NIP. 196901201993032002

Disetujui Oleh :
Pembimbing

Dr. Hamdi, M.Si.
NIP. 196512171992031003

PENGESAHAN LULUSAN SKRIPSI

Nama : Muhammad Riyan Fadila
NIM : 14034031
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**KARAKTERISASI MINERAL MAGNETIK PADA BATUAN
VULKANIK KAWASAN DANAU MANINJAU SUMATERA
BARAT MENGGUNAKAN *BARTINGTON MAGNETIC
SUSCEPTIBILITY METER***

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, Agustus 2019

Tim Penguji

	Nama
Ketua	: Dr. Hamdi, M. Si.
Anggota	: Syafriani, M.Si., Ph.D.
Anggota	: Dr. Hj. Fatni Mufit, S.Pd., M.Si.

Tanda tangan



Handwritten signatures of the examiners, including the Chairman and two members, positioned to the right of their respective names.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

- 1 Karya tulis saya yang berjudul "Karakterisasi Mineral Magnetik Pada Batuan Vulkanik Kawasan Danau Maninjau Sumatera Barat Menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter*" adalah karya saya sendiri.
- 2 Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali pembimbing;
- 3 Karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah dituliskan atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas tercantum pada keputusan;
- 4 Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan dalam penelitian ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lain sesuai dengan norma dan hukum yang berlaku.

Padang, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan



Muhammad Riyan Fadila
NIM. 14034031

**Karakterisasi Mineral Magnetik Pada Batuan Vulkanik Kawasan Danau
Maninjau Sumatera Barat Menggunakan *Bartington
Magnetic Susceptibility Meter***

Muhammad Riyan Fadila

ABSTRAK

Danau Maninjau terbentuk dari sebuah kaldera gunung api Maninjau Purba yang diperkirakan meletus lebih kurang ~ 50.000 tahun yang lalu. Letusan ini merupakan salah satu letusan terbesar yang terjadi di Pulau Sumatera pada era kuarter. Beberapa upaya pendekatan telah dilakukan untuk memahami proses vulkanisme yang terjadi pada masa lampau di kawasan Danau Maninjau tetapi sifat magnetik dari batuan vulkanik yang merupakan lava dari kaldera Maninjau belum dikaji secara mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai suseptibilitas magnetik lava dari kaldera Maninjau. Data suseptibilitas magnetik dapat digunakan sebagai karakteristik awal untuk memahami proses vulkanik di masa lampau (*paleoeruption*) dan sebagai kajian kemagnetan purba (*Paleomagnetic*).

Metode yang digunakan adalah metode kemagnetan batuan (*Rock Magnetism*) khususnya parameter suseptibilitas magnetik. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan Instrumen *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* tipe MS2B. Proses pengukuran dilakukan pada frekuensi rendah 0, 47 kHz dan frekuensi tinggi 4,7 kHz. Sampel yang diambil adalah batuan vulkanik yang merupakan lava dari kaldera Maninjau. Jumlah sampel pada penelitian ini sebanyak 6 sampel yang diambil dari 3 titik lokasi. Lokasi 1 merupakan *pre-kaldera lava*, sementara Lokasi 2 dan 3 merupakan *post kaldera lava Maninjau*.

Nilai suseptibilitas magnetik yang diperoleh berkisar antara $967.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ – $2187.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Nilai $\chi_{fd}\%$ yang diperoleh kurang dari 2%. Hasil ini menunjukkan semua sampel hampir tidak mengandung bulir superparamagnetik dan mengindikasikan sampel didominasi oleh bulir multi-domain (MD). Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik, jenis domain dan geologi kaldera maninjau diduga jenis mineral magnetik yang terbentuk pada batuan vulkanik dari kaldera Maninjau adalah mineral *magnetite* dan *ilmenite*.

Kata Kunci: Danau Maninjau, Suseptibilitas Magnetik, *Bartington MS2B*, *Frequence Dependent Susceptibility*, multi-domain (MD).

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillahirabbil'alamin, bersyukur kepada Allah SWT atas nikmat, rahmat serta karunia-Nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Karakterisasi Mineral Magnetik Pada Batuan Vulkanik Kawasan Danau Maninjau Sumatera Barat Menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter***. Shalawat serta salam semoga senantiasa selalu tercurahkan Nabi Muhammad SAW., Sang tokoh perubah peradaban sepanjang masa.

Skripsi ini merupakan bagian dari bagian penelitian yang telah didanai PNBPN Universitas Negeri Padang 2019 dengan skema penelitian Hibah Penelitian Kerja Sama Luar Negeri (HKLN) dan publikasi ilmiah a.n Dr. Hamdi, M.Si. dengan No. Kontrak 449/ UN35.13/ LT/ 2019. Penelitian ini bekerja sama dengan *Earth Observatory of Singapore - Asian School of the Environment*, Nanyang Technological University dalam "Sumatephra Project" a.n Caroline Bouvet de Maisonneuve dengan No. Kontrak NRF-NRFF1616-04. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Jurusan Fisika FMIPA UNP guna memperoleh gelar Sarjana Sains.

Peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara moril maupun materil. Oleh sebab itu, Peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Hamdi, M.Si., sebagai pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu, pikiran dan tenaga untuk membimbing peneliti hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Syafriani, Ph.D., sebagai Tim Penguji, Penasehat Akademik, sekaligus Ketua Prodi Fisika FMIPA UNP yang telah memberikan motivasi, arahan, saran dan kritikan mulai dari awal perkuliahan hingga tahap penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Dr. Hj. Fatni Mufit, M.Si., sebagai Tim Penguji sekaligus pembina Mushalla Al-Qalam yang telah memberikan arahan, masukan dan kritikan sehingga peneliti mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Tim Sumatephra (Fisika UNP dan Earth Observatory of Singapore, NTU).
5. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M.Si., sebagai Ketua Jurusan Fisika FMIPA UNP.
6. Bapak Yohandri, M.Si., Ph.D., sebagai Sekretaris Jurusan Fisika FMIPA UNP.
7. Alm. Bapak Drs. H. Masril., M.Si., sebagai pembina Mushalla Al-Qalam.
8. Ibu Dra. Hj. Hidayati., M.Si., yang telah memberikan motivasi dan perhatian kepada peneliti hingga peneliti mampu menyelesaikan studi.
9. Kedua Orang Tua, adik-adik serta keluarga besar yang selalu mendoakan, memberikan motivasi agar peneliti segera menyelesaikan studi di kampus.
10. Keluarga Besar Forum Studi Islam Al-Qalam (FORSIA) FMIPA UNP, Majelis Perwakilan Mahasiswa (MPM) UNP dan seluruh teman-teman aktivismahasiswa se-lingkungan UNP yang selalu memberikan motivasi dan semangat hingga peneliti mampu menyelesaikan skripsi ini.

11. Rekan-Rekan seperjuangan, senior dan junior se-jurusan serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Peneliti menyadari bahwa skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan. Oleh sebab itu peneliti mengharapkan masukan serta kritikan yang membangun dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Padang, 2019

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Batasan Masalah.....	4
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
A. Kawasan Danau Maninjau	6
B. Batuan.....	7
C. Kemagnetan Batuan	11
D. Mineral Magnetik.....	19
E. Suseptibilitas Magnetik	24
F. Bartington Magnetic Susceptibility System B (MS2B)	25
G. Frequency-Dependent Susceptibility	27
H. Penelitian yang Relevan	29
I. Kerangka Berpikir	30
BAB III METODE PENELITIAN	32
A. Jenis Penelitian.....	32
B. Tempat dan Waktu Penelitian	32
C. Instrumentasi Penelitian	33
D. Prosedur Penelitian.....	33
E. Teknik Pengolahan dan Interpretasi Data	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
A. Hasil Penelitian	39
B. Pembahasan.....	41

BAB V PENUTUP.....	45
A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Geologi Danau Maninjau	6
2. Daur Batuan	8
3. Momen Atom Diamagnetik.....	12
4. a. Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan dan $\chi < 0$, b. Suseptibilitas (χ) tidak tergantung pada temperatur (T) untuk bahan diamagnetik.....	13
5. Momen Magnetik Paramagnetik	14
6. a. Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan dan $\chi > 0$. b. Suseptibilitas (χ) tergantung pada temperatur (T) untuk bahan paramagnetik.....	14
7. Kurva Histerisis.....	16
8. Momen magnetik antiferromagnetik.....	17
9. Suseptibilitas (χ) tergantung pada temperatur (T) untuk bahan antiferromagnetik	17
10. Kurva medan magnet suatu bahan	18
11. Diagram Fase <i>Ternary</i> $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$	20
12. Bartington Magnetic Susceptibility.....	26
13. Grafik hubungan χ_{lf} terhadap χ_{fds}	28
14. Kerangka Berpikir Penelitian	31
15. Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel	32
16. <i>Bartington Susceptibility Meter</i> tipe sensor <i>MS2B</i>	33
17. Proses Pengambilan Sampel Batuan Vulkanik	34
18. Sampel yang sudah di preparasi	35
19. Proses Preparasi Sampel	35
20. Pengukuran Suseptibilitas Magnetik.....	37
21. <i>Scatter diagram</i> keadaan bulir (Dearing, 1999).....	38
22. Perbedaan Hasil Pengukuran Sampel pada <i>Low Field Susceptibility</i> (χ_{lf}) dengan <i>High Field Susceptibility</i> (χ_{hf}).....	40

23. *Hubungan Low Field Susceptibility (χ_{lf}) dengan Frequency Dependence
Susceptibility (χ_{fds})..... 41*

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat Magnetik Beberapa Mineral.	23
2. Suseptibilitas Magnetik Berbagai Mineral.	25
3. Interpretasi nilai χ_{fds}	29
4. Lokasi Pengambilan sampel batuan vulkanik	34
5. Rata-Rata nilai Suseptibilitas Magnetik Pada Sampel.	40
6. Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik Pada Sampel.	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
I. Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik Batuan Vulkanik Kawasan Danau Maninjau Sumatera Barat	49
II. Dokumentasi Penelitian.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Danau Maninjau merupakan salah satu danau vulkanik yang terletak di Kabupaten Agam, Sumatera Barat. Danau ini terbentuk dari kaldera hasil erupsi gunung api purba raksasa yang diperkirakan meletus pada ~50.000 tahun yang lalu. Letusan gunung api Maninjau menghasilkan 220-250 km³ material vulkanik yang tersebar hingga 75 km dari pusat letusan (Pribadi, 2007).

Beberapa penelitian mengenai kawasan Danau Maninjau telah dilakukan dengan berbagai pendekatan. Leo, dkk (1980), menentukan umur pada batuan andesit dan tuf disekitar kaldera Maninjau dengan analisis geokimia menggunakan metode K-Ar, ditemukan umur yang tertua yaitu pada awal pleistosen (0.83 ± 0.42 juta tahun yang lalu) sedangkan untuk umur yang termuda yaitu pada akhir pleistosen sampai holosen (0.28 ± 0.12 juta tahun yang lalu) berdasarkan pengukuran umur pada *rhyolitic ash-flow*, data tersebut mengindikasikan bahwa pada masa akhir pleistosen sampai holosen (0,01-1,8 juta tahun yang lalu) terjadi erupsi yang besar pada Gunung Api purba Maninjau.

Pribadi (2007), melakukan pengamatan dan kajian meliputi data stratigrafi, sedimentologi, dan geokronologi terhadap produk erupsi kaldera untuk memberikan pemahaman akan mekanisme erupsinya. Hastuti (2017), telah melakukan analisis geokimia pada batuan piroklastik Danau Maninjau, kandungan riolit K tinggi hingga kalkalin- andesit menunjukkan bahwa

magma berasal dari dapur magma. De Maisonneuve, dkk (2019), melakukan observasi pada beberapa kawasan danau di Sumatera Barat salah satunya adalah kawasan Danau Maninjau sebagai pengetahuan dasar *paleovolcanology* dan *paleohazards*. Beberapa pendekatan sudah dilakukan tetapi karakteristik mineral magnetik dari batuan vulkanik yang merupakan *pre- dan post caldera lavas* dari kaldera Maninjau belum pernah diteliti. Karakteristik mineral magnetik sangat bermanfaat sebagai data awal untuk mengetahui rekam jejak proses vulkanik dan tektonik yang terjadi di masa lampau.

Batuan yang berasal dari gunung api tentu mengandung mineral yang berasal dari magma. Mineral yang terdapat di alam umumnya ada yang mempunyai sifat kemagnetan yang lemah (Diamagnetik), sedang (Paramagnetik) dan ada yang mempunyai sifat kemagnetan yang kuat (Ferromagnetik). Menurut Callister (2009), mineral yang bersifat ferromagnetik umumnya tergolong pada transisi logam besi (*ferrite*), *kobalt*, nikel dan beberapa logam tanah seperti *Gadolinium* (Gd). Bahan ferromagnetik memiliki karakteristik yang mampu merekam medan magnet purba (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

Karakteristik sifat magnetik pada batuan dapat diketahui dengan menggunakan metode kemagnetan batuan (*Rock Magnetism*). Metode ini digunakan untuk mengetahui sifat kemagnetan pada batuan. Sifat kemagnetan pada batuan dapat ditentukan dengan cara mengetahui karakteristik mineral magnetik seperti konsentrasi mineral magnetik, jenis mineral magnetik, domain magnetik, ukuran bulir dan titik *Currie* dari mineral magnetik.

Menurut Dearing (1999), Uji sifat kemagnetan suatu bahan dinilai sangat efektif, murah, sensitif, cepat dan tidak merusak.

Metode Kemagnetan Batuan telah banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang penelitian seperti kajian tentang kemagnetan pada lingkungan makhluk hidup, *Enviromagnetism* (Maher and Thompson, 1999), *Magnetoclimatology* (Evans and Heller, 2003). Studi kasus mengenai sifat magnetik pada *guano* Gua Mampu dan Gua Bubau, Sulawesi Selatan (Rifai dkk, 2018). Kajian suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi pada pasir besi (Tiwow, dkk, 2018).

Penggunaan metode kemagnetan batuan juga telah dilakukan dalam mempelajari studi kasus *Paleomagnetic Rocks Environmental Magnetism* (PREM), seperti penentuan sifat magnetik batuan danau *El'gygytgyn*, Rusia (Murdock et al, 2013). Pengukuran suseptibilitas Magnetik, Anisotropi dan sifat bawaan batuan sedimen dari Latvia (Siim, 2013), pada bidang *volcanomagnetism* mengenai pola anisotropi suseptibilitas magnetik batuan beku lengan Sulawesi Utara (Melisa, 2017). Oniku (2008) melakukan pengukuran suseptibilitas pada magnetik pada batuan granit dari Zaria, Nigeria. Nilai kerentanan magnetik yang didapatkan berkisar 29×10^{-6} SI hingga 3506×10^{-6} SI, dengan nilai rata-rata 684×10^{-6} SI menunjukkan bahwa kerentanan magnetik di dalam area studi kasus dipengaruhi oleh mineral paramagnetik.

Salah satu instrumen yang dapat digunakan untuk mengetahui sifat kemagnetan suatu bahan adalah *Magnetic Susceptibility Meter*. *Magnetic Susceptibility Meter* digunakan untuk menentukan konsentrasasi mineral

magnetik. Keluaran dari alat ini berupa nilai suseptibilitas magnetik yang terukur pada sampel. *Magnetic Susceptibility Meter* yang digunakan memiliki beberapa model, salah satu diantaranya adalah model Bartington tipe MS2B. Menurut Dearing (1999), Tipe ini tidak hanya mampu mengukur pada sampel yang berbentuk butiran halus, tetapi juga dapat mengukur pada sampel berupa zat cair dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Berdasarkan uraian di atas, dilakukan penelitian tentang **Karakterisasi Mineral Magnetik Pada Batuan Vulkanik Kawasan Danau Maninjau Sumatera Barat Menggunakan Bartington Magnetic Susceptibility Meter.**

B. Batasan Masalah

Mengingat luasnya cakupan penelitian, batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengukuran suseptibilitas magnetik pada beberapa sampel batuan vulkanik yang merupakan lava dari kaldera Gunung Api Maninjau Purba.
2. Jumlah sampel ada sebanyak 6 sampel yang diambil dari 3 titik lokasi penelitian. Lokasi 1 merupakan *pre-* lava, sementara Lokasi 2 dan 3 merupakan *post* lava dari kaldera Maninjau.
3. Instrumen yang digunakan pada penelitian yaitu *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* tipe sensor MS2B.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat dirumuskan, yaitu Bagaimanakah karakteristik mineral magnetik pada beberapa sampel batuan vulkanik yang merupakan lava letusan Gunung Api Maninjau Purba berdasarkan nilai suseptibilitas magnetiknya.

D. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan menentukan karakteristik mineral magnetik pada beberapa sampel batuan vulkanik yang merupakan lava dari kaldera Gunung Api Maninjau Purba berdasarkan nilai suseptibilitas magnetiknya.

E. Manfaat Penelitian

Dari penelitian yang dilakukan ini diharapkan dapat memberikan manfaat diantaranya:

1. Memberikan informasi mengenai kelimpahan mineral magnetik di kawasan danau Maninjau sehingga informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai karakteristik awal dan data pendukung bahasan kajian aktivitas vulkanik pada masa lampau (*paleoeruption*) dan kemagnetan purba (*paleomagnetic*) serta dapat dijadikan acuan bagi pemerintah setempat mengenai kekayaan alam berupa mineral ekonomis hasil erupsi gunung api Maninjau Purba.
2. Aplikasi dalam ilmu Fisika khususnya pada bidang kemagnetan batuan sehingga bisa menambah pengetahuan dan wawasan.
3. Merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi Strata 1 Progam Studi Fisika di Universitas Negeri Padang (UNP).
4. Sebagai rujukan dalam pengembangan penelitian pada bidang kemagnetan batuan bagi peneliti lainnya.