

**ANALISIS NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA BATU
APUNG (*PUMICE*) DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT**



Ririn Febrianti
NIM. 17034126/2017

PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022

**ANALISIS NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA BATU
APUNG (*PUMICE*) DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains*



Oleh:

Ririn Febrianti

NIM. 17034126/2017

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

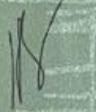
PERSETUJUAN SKRIPSI

**ANALISIS NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA BATU
APUNG (*PUMICE*) DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT**

Nama : Ririn Febrianti
NIM : 17034126
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 11 Februari 2022

Mengetahui:
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ratnawulan, M.Si
NIP. 19690120 199303 2 002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Hamdi, M.Si
NIP. 19651217 199203 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Ririn Febrianti
NIM : 17034126
Program Studi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ANALISIS NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PADA BATU APUNG (*PUMICE*) DI KABUPATEN LAMPUNG BARAT

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

Padang, 11 Februari 2022

Tim Penguji

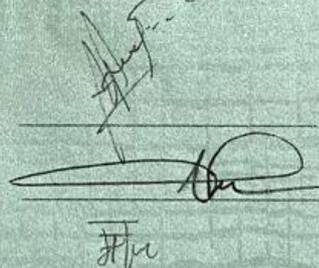
Nama

Tanda Tangan

Ketua : Dr. Hamdi, M.Si.

Anggota : Drs. Akmam, M.Si.

Anggota : Dr. Fatni Mufit, S.Pd., M.Si.



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Karya Tulis yang berjudul "Analisis Nilai Suseptibilitas Magnetik Pada Batu Apung (*Pumice*) di Kabupaten Lampung Barat" 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 dicantumkan pengarang pada kepustakaan;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan dalam penelitian ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh, serta sanksi lain sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 11 Februari 2022



Kirin Febrianti
NIM. 17034126

Analisis Nilai Suseptibilitas Magnetik Pada Batu Apung (*Pumice*) di Kabupaten Lampung Barat

Ririn Febrianti

ABSTRAK

Kabupaten Lampung Barat memiliki sebuah Danau yaitu Danau Ranau yang terletak pada jalur Sesar Semangko, sesar utama Pulau Sumatra yang berarah relatif Barat Laut–Tenggara. Secara geologi danau ini terbentuk dari gabungan proses vulkanisme dan tektonik. Ketika terbentuknya danau ini menghasilkan Formasi Ranau yang tersusun oleh ignimbrit batu apung yang tersebar sangat luas dan cukup tebal di sekitarnya. Batuan tersebut mengandung banyak mineral salah satunya adalah mineral magnetik. Namun, belum diketahui berapa banyak kandungan mineral magnetik didalamnya. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya kelimpahan mineral magnetik dengan cara menyelidiki nilai suseptibilitas magnetik pada Batu Apung (*Pumice*) di Kabupaten Lampung Barat.

Mineral magnetik dapat diselidiki menggunakan metode kemagnetan batuan (*Rock magnetism method*) dengan menyelidiki nilai suseptibilitas magnetiknya. Pengukuran suseptibilitas magnetik dilakukan menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan sensor tipe B (MS2B). MS2B memiliki *dual frequency*, dimana frekuensi (470 Hz) dikenal dengan *low field susceptibility* (χ_{lf}) dan (4700 Hz) dikenal dengan *high field susceptibility* (χ_{hf}). Perbedaan relatif antara nilai χ_{lf} dan χ_{hf} didapatkan nilai χ_{fd} . Nilai χ_{lf} menunjukkan adanya kelimpahan mineral magnetik pada batuan dan $\% \chi_{fd}$ menunjukkan ada atau tidaknya bulir superparamagnetik yang terdapat pada suatu batuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik Batu Apung (*Pumice*) di Kabupaten Lampung Barat bervariasi, dimana nilai suseptibilitas magnetik terendah terdapat pada daerah Way Tanding yaitu sebesar $355,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ sedangkan nilai tertinggi berada pada daerah Timur Danau Ranau sebesar $597,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik tersebut diduga sifat mineral magnetiknya adalah *Antiferromagnetik*. Nilai $\chi_{fd}\%$ yang diperoleh mengindikasikan bahwa batuan apung di Kabupaten Lampung Barat hampir tidak memiliki bulir superparamagnetik.

Kata Kunci: Batu Apung, Suseptibilitas Magnetik, Kabupaten Lampung Barat, *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* tipe MS2B.

Analysis of Magnetic Susceptibility Values in Pumice in West Lampung Regency

Ririn Febrianti

ABSTRACT

West Lampung Regency has a lake, namely Lake Ranau which is located on the Semangko Fault, the main fault on the island of Sumatra which has a relatively northwest-southeast direction. Geologically, this lake is formed from a combination of volcanism and tectonic processes. When the lake was formed, it resulted in the Ranau Formation which is composed of pumice ignimbrite which is very wide and quite thick around it. These rocks contain many minerals, one of which is magnetic minerals. However, it is not yet known how much magnetic mineral content is in it. Therefore, this study aims to determine the abundance of magnetic minerals by investigating the magnetic susceptibility value of Pumice in West Lampung Regency.

Magnetic minerals can be investigated using the rock magnetism method by investigating their magnetic susceptibility values. Magnetic susceptibility measurements were carried out using a Bartington Magnetic Susceptibility Meter with a type B sensor (MS2B). MS2B has dual frequency, where the frequency (470 Hz) is known as low field susceptibility (χ_{lf}) and (4700 Hz) is known as high field susceptibility (χ_{hf}). The value of χ_{lf} indicates the abundance of magnetic minerals in the rock and $\% \chi_{fd}$ indicates the presence or absence of superparamagnetic grains in a rock.

The results showed that the magnetic susceptibility value of Pumice in West Lampung Regency varied, where the lowest magnetic susceptibility value was in the Way Tanding area of $355.1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ while the highest value was in the East Lake Ranau area of $597.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$. Based on the value of magnetic susceptibility, it is suspected that the magnetic mineral properties are antiferromagnetic. The value of $\chi_{fd}\%$ obtained indicates that the pumice rock in West Lampung Regency has almost no superparamagnetic grains.

Keywords: Pumice, Magnetic Susceptibility, West Lampung Regency, Bartington Magnetic Susceptibility Meter MS2B type

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji dan syukur diucapkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan Rahmat, Karunia dan Hidayah-Nya, sehingga Skripsi dengan Judul “**Analisis Nilai Suseptibilitas Magnetik Pada Batu Apung (*Pumice*) di Kabupaten Lampung Barat**” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini merupakan bagian dari Penelitian Kerjasama Perguruan Tinggi Luar Negeri Dasar (PKPTLND) atas nama Dr. Hamdi, M.Si., dengan judul *Fingerprinting Volcanic Eruption Activities From the Magnetic Properties of Sediments* yang didanai melalui PNPB Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) dengan nomor kontrak 1409/ UN35.13/ LT/ 2020, dan 1005/ UN35.13/ LT/ 2021 yang bekerja sama dengan Asst prof. Caroline Bouvet de Maisonneuve, Ph.D dari *Earth Observatory Singapore (EOS), Asian School Environment (ASE), Nanyang Technological University of Singapore (NTU)* dengan nomor kontrak NRF-NRFF2016-04 dengan judul “*Quaternary Sediment of Sumatra*”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi penulis dalam memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika di Jurusan Fisika FMIPA UNP.

Penulis dalam menyelesaikan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik bantuan secara moril maupun materil. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hamdi, M. Si selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, saran, dan tenaga serta kesabarannya untuk membimbing penulis dalam penulisan skripsi ini.

2. Bapak Drs. Akmam, M.Si. dan Ibu Dr. Fatni Mufi, S. Pd, M. Si sebagai dewan penguji yang telah memberikan masukan, kritikan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Mairizwan, M. Si selaku pembimbing akademik yang telah memberikan masukan dan saran dalam masa perkuliahan.
4. Ibu Syafriani, S. Si, M. Si, Ph. D selaku Ketua Prodi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M. Si selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
6. Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
7. Kedua orangtua, abang, dan adik yang selalu mendukung, mendoakan dan memberikan semangat dalam penyelesaian skripsi.
8. Seluruh Tim Magnetik Anisa Rahmi, Ardillah Nofri Yuwanda, Dwi Anisa Visgun, Ella Destari Ningsih, Fajar Akmal, Ihsan Junira Prasetyo, Muhammad Riyan Fadillah, Ronal Febriansah, Sandiyano Putra, Nadya Fitra Kurnia, Nurmala Dewi Siregar, Nadifa Salsabila Rifiana, Fiska Arianti, Reza Sri Mardayani, Reni Fitria Nengsih, Karin Yulfiarti dan Azmi Renaldi yang telah melakukan penelitian bersama dan telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis.
9. Seluruh sahabat Ismathul Dinny, Dendy Oktama, Jeremi Novriando, Mhd Fachrozy dan Shinta Maharani Putri yang telah memberikan semangat dan motivasi selama perjuangan saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Padang, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	x
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II.....	7
KAJIAN TEORI	7
A. Kabupaten Lampung Barat	7
B. Batuan	9
C. Batu Apung	11
D. Mineral Magnetik	12
E. Suseptibilitas Magnetik	17
F. Kemagnetan Batuan.....	23
G. Bartington Magnetic Susceptibility tipe MS2B.....	30
H. Penelitian-Penelitian Relevan	32
I. Kerangka Berpikir	35
BAB III	37
METODE PENELITIAN.....	37
A. Jenis Penelitian	37
B. Tempat dan Waktu Penelitian.....	37
C. Instrumen Penelitian	38
D. Prosedur Penelitian	40
E. Teknik Pengolahan dan Interpretasi Data.....	43
BAB IV	47
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Hasil Penelitian.....	47

B. Pembahasan	54
BAB V.....	61
PENUTUP.....	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Geologi Kabupaten Lampung Barat.....	8
2. Siklus Batuan (Noor, 2012).....	9
3. Diagram fase ternary TiO ₂ -FeO-Fe ₂ O ₃ (Butler, 1998).	14
4. Grafik hubungan $\chi_{lf} - \chi_{fd}$ (Dearing, 1999).	23
5. (a) Arah domain magnetik pada material Diamagnetik sebelum dan (b) sesudah diberi medan magnet eksternal. (Jiles, 1996).	24
6. a) Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan dan $\chi < 0$. b) suseptibilitas (χ) tidak tergantung pada temperatur (T) untuk bahan Diamagnetik (Hunt, 1991).....	25
7. Arah domain magnetik pada material Paramagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet eksternal (Jiles, 1996).	26
8. a) Grafik magnetisasi (M) terhadap Medan Magnet (H) yang diberikan dan $\chi > 0$. b) Suseptibilitas (χ) Tergantung pada Temperatur (T) untuk Bahan Paramagnetik (Hunt, 1991).	26
9. Arah domain magnetik pada Ferromagnetik (Jiles, 1996).	27
10. Kurva histerisis untuk bahan ferromagnetik (Jiles, 1991).	28
11. Arah domain magnetik pada Antiferromagnetik (Jiles, 1996).	29
12. Suseptibilitas (χ) tergantung pada temperatur (T) untuk bahan antiferromagnetik (Chung, 2007)	29
13. Arah domain magnetik pada Ferrimagnetik (Jiles, 1996).	30
14. Bartington Magnetic Susceptibility (Sumber: Dearing, 1997).	31
15. Kerangka Berpikir Penelitian.....	36
17. Peta lokasi pengambilan sampel di Kabupaten Lampung Barat.....	38
18. Neraca Digital (Neraca Ohaus SN EO271119030112)	39
19. Bartington Magnetic Susceptibility Meter tipe MS2B.....	40
20. Posisi pengukuran sampel menggunakan sensor MS2B.....	42
21. Grafik hasil pengukuran sampel pada low field susceptibility (χ_{lf}) dengan high field susceptibility (χ_{hf}) x (10 ⁻⁸ m ³ /kg).....	44
22. Plot hubungan low field susceptibility (χ_{lf}) (10 ⁻⁸ m ³ /kg) dengan Frequency Dependent Susceptibility (χ_{fd} %)	46
23. Grafik low field susceptibility dengan high field susceptibility pada sampel batuan SSU 19-07	47
24. Grafik low Field Susceptibility dengan high field susceptibility pada sampel batuan SSU 19-08	48
25. Grafik low Field Susceptibility dengan high field susceptibility pada sampel batuan SSU 19-09	49
26. Grafik low Field Susceptibility dengan high field susceptibility pada sampel batuan SSU 19-10	50
27. Nilai χ_{lf} dan χ_{hf} (10 ⁻⁸ m ³ /kg) pada semua sampel Batu Apung (Pumice)....	51
28. Grafik hubungan χ_{lf} (10 ⁻⁸ m ³ /kg) dengan % χ_{fd} pada sampel batuan SSU 19-07.....	56

29. Grafik hubungan χ_{lf} ($10^{-8}\text{m}^3/\text{kg}$) dengan $\% \chi_{fd}$ pada sampel batuan SSU 19-08.....	57
30. Grafik hubungan χ_{lf} ($10^{-8}\text{m}^3/\text{kg}$) dengan $\% \chi_{fd}$ pada sampel batuan SSU 19-09.....	58
31. Grafik hubungan χ_{lf} ($10^{-8}\text{m}^3/\text{kg}$) dengan $\% \chi_{fd}$ pada sampel batuan SSU 19-10.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia acidic dan basaltic pumice (Ilter, 2010).....	12
2. Suseptibilitas magnetik dari berbagai mineral	19
3. Interpretasi nilai $\chi_{fd}\%$	22
4. Spesifikasi dan fungsi sensor yang tersedia untuk digunakan dengan MS2 meter (Dearing, 1999).	32
5. Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik (χ_{lf} , χ_{hf} dan $\chi_{fd}\%$)	44
6. Sifat kemagnetan dari sampel material batuan di Kabupaten Lampung Barat. 45	
7. Klasifikasi jenis bulir pada batuan di Kabupaten Lampung Barat berdasarkan nilai $\chi_{fd}\%$	45
8. Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik (χ_{lf} , χ_{hf} , $\chi_{fd}\%$) batuan di Kabupaten lampung Barat	51
9. Sifat kemagnetan dan jenis mineral yang terkandung dalam batuan di Kabupaten Lampung Barat	53
10. Klasifikasi jenis bulir pada batuan di Kabupaten Lampung Barat berdasarkan nilai ($\chi_{fd}\%$).....	53

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kabupaten Lampung Barat adalah salah satu kabupaten yang berada di Provinsi Lampung yang terletak pada koordinat $4^{\circ},47',16''$ - $5^{\circ},56',42''$ Lintang Selatan dan $103^{\circ},35',08''$ - $104^{\circ},33',51''$ Bujur Timur. Pada daerah ini terdapat sebuah Danau yaitu Danau Ranau yang terletak pada jalur Sesar Semangko, sesar utama Pulau Sumatra yang berarah relatif Barat Laut–Tenggara. Secara geologi danau ini terbentuk dari gabungan proses vulkanisme dan tektonik, ketika terbentuknya danau ini menghasilkan Formasi Ranau yang tersusun oleh ignimbrit batu apung yang tersebar sangat luas dan cukup tebal di sekitarnya (Zaennudin, dkk, 2011).

Batuan apung merupakan batuan yang memiliki struktur material bersel-sel (berstruktur selular) akibat adanya buih yang terbuat dari gelembung-gelembung berdinding gelas sehingga sering disebut sebagai batuan gelas vulkanik silikat (Iltar, O. 2010). Struktur sel-sel batuan ini tersusun memanjang dan paralel antara satu dengan yang lainnya dan terkadang saling terhubung yang menjadikan batuan ini memiliki porositas dan sifat vesikular yang tinggi. *Pumice* (Batu Apung) berwarna putih abu-abu, kekuningan sampai merah, tekstur vesikuler dengan ukuran lubang yang bervariasi baik saling terhubung atau tidak satu sama lain atau tidak berstruktur skorios dengan lubang yang terorientasi. Kadang-kadang lubang tersebut terisi oleh zeolit atau kalsit (Supriadi R.A, dkk. 2010). Mineral yang terkandung di dalam Batu Apung yaitu Kuarsa, Obsidian, Kristobalit, Feldspar dan Tridimit. Batu Apung juga mengandung komposisi

kimia diantaranya SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO dan Na_2O+K_2O (Iltter, 2010). Salah satu mineral magnetik yang terdapat pada Batu Apung adalah *Hematite* (Fe_2O_3). Namun, jumlah mineral magnetik yang terkandung di dalam Batu Apung di Kabupaten Lampung Barat belum diketahui.

Mineral magnetik merupakan salah satu mineral yang bisa didapatkan dari alam yang mengandung bahan magnet. Mineral memiliki 3 sifat bahan magnetik yaitu sifat kemagnetan yang lemah (Diamagnetik), sedang (Paramagnetik) dan kuat (Ferromagnetik). Berdasarkan ketiga sifat bahan magnetik hanya untuk mineral tergolong Ferromagnetik yang disebut sebagai mineral magnetik (Bijaksana, 2002). Hal ini dikarenakan mineral Ferromagnetik berasal dari golongan keluarga Besi Titanium Oksida, Besi Sulfida, dan Besi Hidroksida (Sandra, 2004) yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang sangat tinggi (Rusli, 2014). Mineral magnetik dapat ditemukan pada batuan-batuan di permukaan bumi. Banyak metoda yang bisa digunakan dalam penentuan mineral magnetik pada batuan, salah satunya adalah metode kemagnetan batuan.

Metode Kemagnetan Batuan (*Rock Magnetism Method*) merupakan salah satu metode Geofisika yang didasarkan pada pengukuran variasi intensitas medan magnet di permukaan bumi, umumnya digunakan untuk mengetahui sifat magnetik batuan. Pengukuran menggunakan metode ini dilakukan dengan berbagai variasi dengan instrumen yang berbeda. Sifat kemagnetan pada batuan dapat ditentukan dengan cara mengetahui karakteristik mineral magnetik seperti konsentrasi mineral magnetik, jenis mineral magnetik, domain magnetik, ukuran butir dan titik *Currie* dari mineral magnetik. Penentuan jenis mineral magnetik dengan teknik pengukuran *Isothermal Remanent Magnetization*, penentuan

ukuran bulir dengan teknik pengukuran *Anhyseretic Remanent Magnetization*. Penentuan konsentrasi mineral magnetik untuk mendapatkan nilai suseptibilitas dalam suatu bahan yaitu menggunakan *susceptibility meter* (David, 1997) seperti yang dilakukan Fajri, dkk (2019) mengkaji sifat kemagnetan batuan dan tanah di sekitar Danau Diateh Sumatra Barat menggunakan metode kemagnetan batuan dengan parameter suseptibilitas magnetik. Sasmita (2020) menganalisis nilai suseptibilitas magnetik pada lahan gambut di sekitar Danau Diatas, Sumatra Barat, Indonesia. Putra (2020) mengkaji sebaran endapan piroklastik di sekitar Danau Maninjau Kabupaten Agam Sumatra Barat berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik.

Suseptibilitas magnetik suatu bahan adalah kuantitas bahan tersebut untuk dapat termagnetisasi jika dikenakan pada medan magnetik (Tipler, 2001). Pengukuran suseptibilitas magnetik akan memberikan informasi tentang mineral yang terkandung di dalam suatu bahan (Trianto, 2002). Nilai suseptibilitas magnetik (χ) semakin besar jika di dalam bahan banyak dijumpai mineral yang bersifat magnetik. Banyaknya mineral-mineral yang bersifat magnetik memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang berbeda-beda tergantung pada kandungan senyawa Besi Oksida yang bersifat magnetik seperti *Hematite* (Fe_2O_3), *Magnetite* (Fe_2O_4) dan *Maghemite* (Fe_2O_3) (Mullins, 1997). Pengukuran suseptibilitas magnetik memiliki kelebihan seperti dapat dilakukan pada semua bahan, pengukuran aman, cepat dan tidak merusak serta dapat dilakukan di laboratorium ataupun di lapangan (Dearing, 1996).

Penelitian-penelitian yang terkait dengan batuan yang ada di Provinsi Lampung. Irzon (2020) mengkomparasi Geokimia Batuan Gunung Api Kuarter

dan Tersier di Tepian Selatan Lampung. Batuan gunung api Tersier (± 10.000 tahun lalu) memiliki rentang Trakiandesit Basaltik hingga Riolit, berada dalam seri Kalk-Alkali, dan bersifat Metalumina–Peralumina. Batuan gunung api Kwartir (± 600.00 tahun lalu) bertipikal Basal hingga Dasit dan cenderung Metalumina. Arifai dan Hartono (2012) telah mendapatkan ciri petrologi dan geokimia batuan gunung api Basal Sukadana dan sekitarnya, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. Batuan gunung api Basal Sukadana terdiri atas Basal Olivin, Basal Dolerite dan Diabas, sedangkan analisis geokimia menunjukkan ciri bahwa batuan gunung api Basal Sukadana tersebut mempunyai afinitas magma Kalk-alkali yang berasosiasi dengan kegiatan subduksi lempeng Samudra Hindia di bawah lempeng Benua Asia. Santoso, dkk (2020) mengkaji tentang komposisi geokimia dan suseptibilitas magnetik tanah dari berbagai asal: studi kasus di Lampung Selatan, Indonesia. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi asal batuan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Granit memiliki nilai suseptibilitas magnetik tertinggi, sedangkan tanah Tuff memiliki kandungan FeO tertinggi. Namun, berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, pada batuan di Kabupaten Lampung Barat belum ada kajian mengenai sifat magnetiknya.

Berdasarkan uraian di atas, untuk itu perlu dilakukan penelitian mengenai karakteristik mineral magnetik dengan menganalisis nilai suseptibilitas magnetik pada beberapa sampel Batu Apung di Kabupaten Lampung Barat dengan menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* tipe *MS2B*. Dari hasil pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dapat diketahui konsentrasi atau kelimpahan mineral magnetik yang terkandung pada batuan tersebut. Penelitian

ini merupakan bagian dari Penelitian Kerjasama Perguruan Tinggi Luar Negeri Dasar (PDPT) atas nama Dr. Hamdi, M.Si., dengan judul *Fingerprinting Volcanic Eruption Activities from the Magnetic Properties of Sediments*. Dimana penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui rekam jejak Gunung api khususnya Gunung api yang ada di Pulau Sumatera (SUMATEPHRA). Rekam Jejak yang akan dilihat yaitu berupa berapa kali gunung api tersebut mengalami erupsi, kapan mengalami erupsi, tipe letusan dari gunung api tersebut bagaimana dan sejauh mana material vulkanik yang dikeluarkan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dipaparkan beberapa identifikasi masalah yaitu:

1. Belum teridentifikasi konsentrasi atau kelimpahan mineral magnetik pada Batu Apung di Kabupaten Lampung Barat.
2. Belum ada kajian mengenai nilai suseptibilitas magnetik yang terdapat pada Batu Apung di Kabupaten Lampung Barat.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi permasalahan yang akan dibahas yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini sebatas mengetahui nilai suseptibilitas magnetik pada Batu Apung di Kabupaten Lampung Barat.
2. Pengukuran nilai suseptibilitas magnetik menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* tipe sensor MS2B.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah diuraikan maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana hasil analisis nilai suseptibilitas magnetik (konsentrasi atau kelimpahan mineral magnetik, sifat kemagnetan dan kelimpahan bulir magnetik) Batu Apung (*Pumice*) di Kabupaten Lampung Barat?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini yaitu menganalisis nilai suseptibilitas magnetik (konsentrasi atau kelimpahan mineral magnetik, sifat kemagnetan dan kelimpahan bulir magnetik) Batu Apung (*Pumice*) di Kabupaten Lampung Barat.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penelitian ini yaitu:

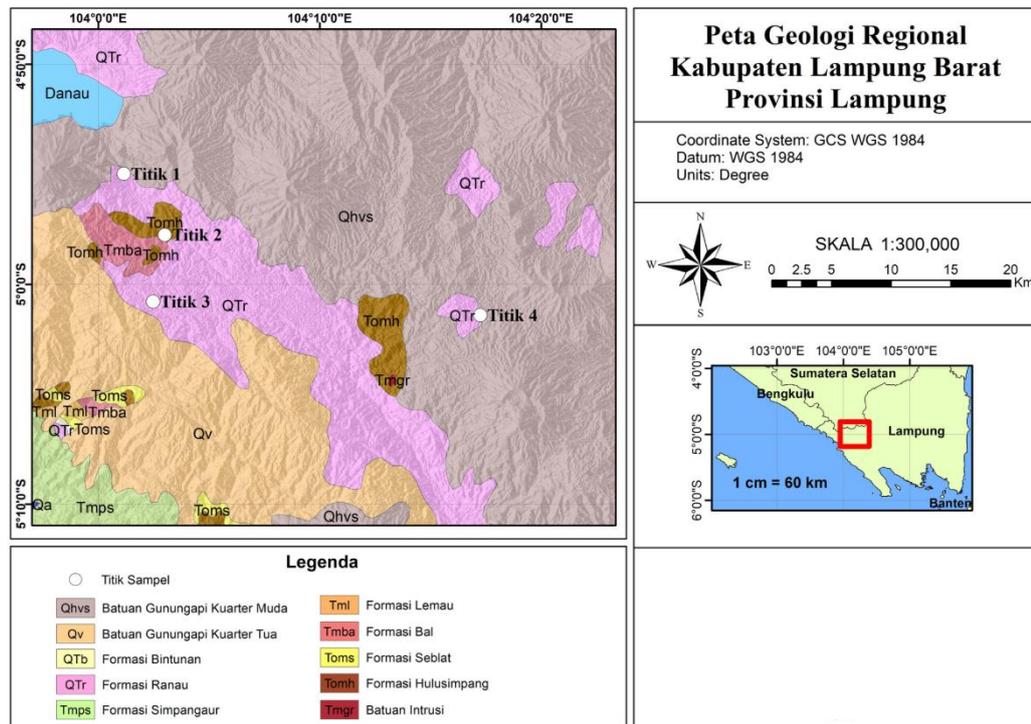
1. Memberikan informasi mengenai hasil analisis nilai suseptibilitas magnetik pada Batu Apung yang ada di sekitar Kabupaten Lampung Barat.
2. Sebagai ide dan referensi dalam pengembangan penelitian pada bidang kemagnetan batuan bagi peneliti lain.
3. Menjadi bahan rujukan serta pengembangan penelitian lanjutan di sekitar Kabupaten Lampung Barat.
4. Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di jenjang S1 Fisika Universitas Negeri Padang.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Kabupaten Lampung Barat

Kabupaten Lampung Barat adalah salah satu kabupaten yang berada di provinsi Lampung, Indonesia. $4^{\circ},47',16''$ - $5^{\circ},56',42''$ LS dan $103^{\circ},35',08''$ - $104^{\circ},33',51''$ BT. Ibu kota kabupaten ini terletak di Liwa, bagian dari kecamatan Balik Bukit. Wilayah Kabupaten Lampung Barat Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan (Provinsi Sumatra Selatan), Sebelah Selatan Kabupaten Pesisir Barat dan Kabupaten Tanggamus, sebelah Barat Kabupaten Pesisir Barat, Sebelah Timur Kabupaten Lampung Utara, Kabupaten Way Kanan, dan Kabupaten Tanggamus. Kabupaten ini dominan dengan perbukitan serta memiliki perkebunan kopi yang sangat luas. Daerah pegunungan yang merupakan punggung Bukit Barisan di kawasan batu brak, ditempati oleh vulkanik quarter dari beberapa formasi.

Peta geologi Kabupaten Lampung Barat dapat dilihat pada Gambar 1.



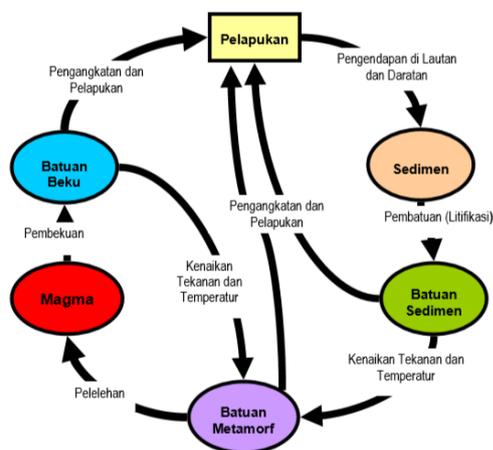
Gambar 1. Peta Geologi Kabupaten Lampung Barat.

Formasi geologi di wilayah penelitian ini tersusun oleh Formasi Hulusimpang (Tomh) dan Formasi Ranau (QTr). Formasi Ranau terdiri atas breksi batuapung, tuf mikaan, tuf batuapung, dan kayu terkersikkan. Breksi batu apung berwarna abu-abu muda sampai abu-abu kecoklatan, berukuran kerikil sampai kerakal, bentuk menyudut sampai menyudut tanggung, komponen batuapung, andesit, riolit, dan mika dengan massa dasar tuf pasiran. Tuf mikaan berwarna abu-abu putih sampai agak kecoklatan, berukuran halus sampai kasar, gembur, mengandung batuapung, perlit, dan mika. Tuf batuapung berwarna abu-abu muda-tua sampai agak kekuningan-coklat kehitaman, berbutir sedang sampai sangat kasar, komponen utama berupa batuapung dan gelas. Formasi ini diendapkan pada lingkungan darat dan sungai yang berumur Plio-plistosen. Formasi Hulusimpang terdiri atas breksi gunung api dan tuf yang bersusunan

andesit-basal yang mengalami proses ubahan, urat kuarsa dan mineral. Tuf merupakan batuan yang dominan pada formasi ini, yang memiliki karakteristik berwarna abu-abu kehijauan, berbutir halus, terdiri atas mineral gelas, felspar, kuarsa, mineral gelap, dan butiran-butiran pirit (Mulyono, 2015).

B. Batuan

Batuan merupakan material yang mengandung satu atau beberapa mineral yang berbentuk padatan (Price, 2005). Batuan didefinisikan sebagai gabungan dari beberapa zat yang terjadi secara alami, dapat terdiri dari mineral, potongan batu lainnya serta bahan-bahan fosil, seperti kerang atau tanaman. Seluruh batuan yang ada di permukaan bumi berasal dari magma yang meleleh ke arah permukaan. Suhu permukaan bumi yang jauh lebih rendah dari suhu di bawah permukaan bumi mengakibatkan terjadinya pembekuan magma yang membentuk batuan.



Gambar 2. Siklus Batuan (Noor, 2012)

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat pada awalnya terbentuk batuan beku sebagai akibat dari pendinginan dan pembekuan magma. Pendinginan magma yang berupa lelehan silikat, kemudian diikuti oleh proses pengabluran yang dapat berlangsung dibawah atau diatas permukaan Bumi melalui erupsi gunung

berapi. Kelompok batuan beku tersebut, apabila kemudian tersingkap di permukaan, maka ia akan bersentuhan dengan atmosfer dan hidrosfir yang menyebabkan berlangsungnya proses pelapukan.

Melalui proses ini batuan akan mengalami penghancuran. Selanjutnya, batuan yang telah dihancurkan ini akan dipindahkan atau digerakkan dari tempatnya terkumpul oleh gaya berat, air yang mengalir di atas dan di bawah permukaan, angin yang bertiup, gelombang di pantai dan gletser di pegunungan-pegunungan yang tinggi. Media pengangkut tersebut juga dikenal sebagai alat pengikis, yang dalam bekerjanya berupaya untuk meratakan permukaan Bumi. Bahan-bahan yang diangkutnya baik itu berupa fragmen-fragmen atau bahan yang larut, kemudian akan diendapkan ditempat-tempat tertentu sebagai sedimen.

Proses berikutnya adalah terjadinya ubahan dari sedimen yang bersifat lepas, menjadi batuan yang keras, melalui pembebanan dan perekatan oleh senyawa mineral dalam larutan, dan kemudian disebut batuan sedimen. Apabila terhadap batuan sedimen ini terjadi peningkatan tekanan dan suhu sebagai akibat dari penimbunan dan atau terlibat dalam proses pembentukan pegunungan, maka batuan sedimen tersebut akan mengalami perubahan untuk menyesuaikan dengan lingkungan yang baru, dan terbentuk batuan malihan atau batuan metamorfis. Apabila batuan metamorfis ini masih mengalami peningkatan tekanan dan suhu, maka ia akan kembali leleh dan berubah menjadi magma. Panah-panah dalam gambar, menunjukkan bahwa jalannya siklus dapat terganggu dengan adanya jalan-jalan pintas yang dapat ditempuh, seperti dari batuan beku menjadi batuan metamorf, atau batuan metamorfis menjadi sedimen tanpa

melalui pembentukan magma dan batuan beku. Batuan sedimen dilain pihak dapat kembali menjadi sedimen akibat tersingkap ke permukaan dan mengalami proses pelapukan.

C. Batu Apung

Batuan apung merupakan batuan yang memiliki struktur material bersel-sel (berstruktur selular) akibat adanya buih yang terbuat dari gelembung-gelembung berdinding gelas sehingga sering disebut sebagai batuan gelas vulkanik silikat (Ilter, O. 2010). Struktur sel-sel batuan ini tersusun memanjang dan paralel antara satu dengan yang lainnya dan terkadang saling terhubung yang menjadikan batuan ini memiliki porositas dan sifat vesikular yang tinggi. Batuan ini terbentuk dari magma dari letusan gunung api yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik (Limbong, 2014).

1. Proses Terbentuknya Batu Apung

Proses terbentuknya batu apung dimulai dari peristiwa letusan gunung api. Erupsi gunung api mengeluarkan material-material vulkanik berupa gas-gas vulkanik, lava, dan vulkaniklastik. Ketika gas-gas vulkanik, lava, dan vulkaniklastik muncul ke permukaan dan bersentuhan dengan udara bebas, material-material tersebut selanjutnya mengalir secara vertikal dan horizontal mengikuti topografi daratan. Pada waktu dan titik tertentu, material-material tersebut terakumulasi dan mengalami pengendapan. Material piroklastik mengandung buih gelas alam dan gas-gas vulkanik yang mempunyai kesempatan untuk keluar (Ilter, O. 2010). Tetapi gas-gas tersebut tetap terperangkap karena lava mengalami pembekuan secara tiba-tiba. Proses

pembekuan ini mengakibatkan terbentuknya gelembung berdinggel sehingga batuan endapan memiliki tekstur berpori-pori. *Pumice* berwarna putih abu-abu, kekuningan sampai merah, tekstur vesikuler dengan ukuran lubang yang bervariasi baik saling terhubung atau tidak satu sama lain atau tidak berstruktur skorios dengan lubang yang terorientasi. Kadang-kadang lubang tersebut terisi oleh zeolit atau kalsit (Supriadi R.A, dkk. 2010). Mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung antara lain feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit.

2. Karakteristik Batu Apung

Batu apung dibedakan menjadi dua kategori, yaitu Acidic characteristic pumice dan basaltic characteristic pumice (Ilter, 2010). Komposisi kimia kedua jenis batu apung tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia acidic dan *basaltic pumice* (Ilter, 2010).

Chemical Composition	<i>Acidic Pumice</i>	<i>Basaltic Pumice</i>
SiO ₂	70%	45%
Al ₂ O ₃	14%	21%
Fe ₂ O ₃	2.50%	7%
CaO	0.90%	11%
MgO	0.60%	7%
Na ₂ O + K ₂ O	9.00%	8%

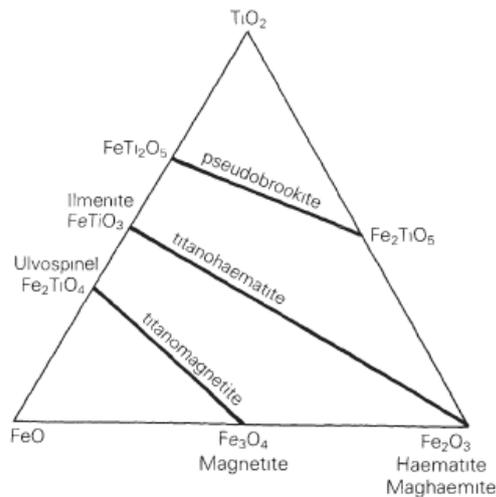
Tabel 1 menunjukkan bahwa *acidic pumice* memiliki kandungan silika lebih dominan dibandingkan dengan *basaltic pumice*.

D. Mineral Magnetik

Mineral adalah senyawa alam yang terbentuk melalui berbagai proses geologis. Menurut Noor (2012) mineral adalah bahan padat anorganik yang terdapat secara alamiah, yang terdiri dari unsur-unsur kimiawi dalam jumlah tertentu, atom-atom di dalamnya tersusun mengikuti suatu pola yang sistematis.

Beberapa batuan terbentuk dari berbagai jenis mineral yang ada. Mineral juga bisa ditemukan pada tanah ataupun pasir. Menurut Ibrahim (2012) mineral sebagai penyusun utama batuan memiliki karakteristik yang khas dari bentuk kristal dan susunan kimianya. Semakin kompleks susunan kimianya maka bentuk kristal yang dihasilkan dari konfigurasi atom-atom penyusunnya juga semakin rumit. Kandungan senyawa kimia suatu mineral sangat ditentukan oleh materi penyusunnya dan proses pembentukannya.

Mineral memiliki 3 sifat bahan magnetik yaitu sifat kemagnetan yang lemah (Diamagnetik), sedang (Paramagnetik) dan kuat (Ferromagnetik). Berdasarkan ketiga sifat bahan magnetik hanya untuk mineral tergolong Ferromagnetik yang disebut sebagai mineral magnetik (Bijaksana, 2002). Beberapa mineral magnetik yang tergolong dalam Besi Oksida yaitu *Magnetite* (Fe_3O_4), *Hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$), dan *Maghemite* ($\gamma-Fe_2O_3$). Mineral-mineral magnetik dari keluarga Besi Sulfida yaitu *Greigite* (Fe_3S_4) dan *Pyrrhotite* (Fe_7S_8), sedangkan yang tergolong dalam Besi Hidroksida adalah *Goethite* ($\alpha FeOOH$). Keluarga Besi Titanium Oksida merupakan mineral magnetik bumi yang penting karena dianggap sebagai mineral magnetik yang paling dominan.



Gambar 3. Diagram fase ternary $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$ (Butler, 1998).

Gambar 3 merupakan proses terbentuknya Besi Titanium Oksida serta komposisi kimia mineral Oksida dengan sudut terdiri dari TiO_2 , FeO dan Fe_2O_3 . Posisi dari kiri ke kanan menunjukkan peningkatan rasio Besi Fe^{3+} dan rasio Besi Fe^{2+} . Posisi dari bawah ke atas mengindikasikan peningkatan konten Ti^{4+} terhadap Besi. Pada puncak segitiga hanya ditemukan Ti^{4+} saja, pada ujung sebelah kiri terdapat *Ferrous Oxide* (FeO) dengan bilangan Oksidasi yaitu Fe^{2+} , sementara pada ujung sebelah kanan terdapat *Ferric Oxide* (Fe_2O_3) dengan bilangan Oksida Fe^{3+} . Keluarga Besi Titanium Oksida mempunyai kecenderungan mengikuti deret-deret tertentu dalam bentuk deret *Titanomagnetite* dan deret *Titanohematite* (Butler, 1998).

1. Keluarga Besi Oksida

Ada beberapa mineral magnetik yang merupakan kelompok Besi Oksida, diantaranya yaitu:

a. *Magnetite* (Fe_3O_4)

Magnetite merupakan salah satu mineral magnetik yang dapat ditemukan pada batuan Beku, Sedimen dan Metamorf. Mineral *Magnetite* dapat merekam NRM (*Natural Remanent Magnetization*) yang stabil dan merupakan mineral magnetik yang kuat (Buttler, 1998). Bentuk *Magnetite* seperti kubus, berwarna hitam gelap dengan permukaan kebiru-biruan. Batuannya sangat berat dan keras, tidak terbelah, tidak tembus cahaya dan menunjukkan kilauan logam. *Magnetite* bersifat Ferimagnetik dengan temperatur *Curie* 580 °C dan magnetisasi 90 Am²/kg sampai 93 Am²/kg. Jenis *Magnetite* dapat dilihat dari butiran yang berupa Besi Oksida (Butler, 1998).

b. *Hematite* (αFe_2O_3)

Hematite tersebar luas di sekitar alam terutama pada tanah dan sedimen. Mineral *Hematite* bersifat Ferromagnetik dengan magnetisasi 2.5 Am²/kg dan temperatur *Curie* 675 °C (Evan dan Heller, 2003). *Hematite* memiliki sifat tidak tembus cahaya, mempunyai lapisan merah gelap dan dapat meleleh apabila dipanaskan dalam larutan asam hidrolis. Pada umumnya *Hematite* berbentuk masif, massanya berisi butir-butiran, permukaannya berwarna-warni dan warna batuannya merah kecoklatan.

c. *Maghemite* ($\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$)

Mineral *Maghemite* diidentikkan memiliki rumus kimia yang sama dengan *Hematite* karena kedua jenis mineral ini mirip dan terletak di posisi yang sama pada diagram *ternary*, namun tidak memiliki bentuk magnetik atau susunan kristal yang sama. *Maghemite* teroksidasi penuh dari *Magnetite*, mempunyai struktur kristal kubus dan banyak ditemukan pada tanah. Temperatur *Curie* sekitar 645 °C dan magnetisasi spontan berkurang dari 480 kA/m ke 380 kA/m sehingga merupakan mineral tidak stabil (Evans dan Heller, 2003).

d. *Ilmenite* (FeTiO_2)

Ilmenite adalah mineral yang mempunyai rumus kimia FeTiO_3 . Mineral ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk membuat pigmen TiO_2 , logam besi dan senyawa senyawa kimia yang mengandung besi. TiO_2 banyak digunakan sebagai pigmen untuk cat, bahan aditif pada proses pembuatan kertas, bahan baku keramik, bahan baku industri farmasi dan akhir-akhir ini TiO_2 juga banyak digunakan untuk bahan fotokatalis yaitu sebagai katalis yang dapat menguraikan bahan pewarna organik dengan bantuan sinar ultra violet (Tsuchida, et. al, 1982; Subagja, 2016).

Mineral ini bersifat Antiferromagnetik dengan suhu *Curie* sekitar 233⁰C. (Hunt, 1995). *Ilmenite* merupakan mineral magnetik yang bersifat anisotropi memiliki sifat fisik yang berbeda-beda jika dilihat pada semua keadaan. Pada umumnya *Ilmenite* tersebar pada batuan dan pasir dan memiliki bentuk kristal yang berbentuk heksagonal.

2. Kelompok Besi Sulfida

a. Greigite (Fe_3S_4)

Greigite adalah mineral sulfida besi yang ekuivalen dengan *Magnetite*. Mineral ini memiliki struktur mineral kubus dan bersifat Ferrimagnetik kuat serta memiliki magnetisasi spontan 125 kA dan temperatur *Curie* 330 °C (Evans dan Heller, 2003). *Greigite* pada umumnya dapat ditemukan dalam sedimen *Lacustrine* dan *Marine*.

b. Pyrrhotite (Fe_7S_8)

Pyrrhotite (Fe_7S_8) merupakan mineral yang bersifat Ferrimagnetik memiliki temperatur *Curie* sebesar 320°C dan memiliki magnetisasi saturasi sebesar 20°C (Hunt, 1995). Mineral ini merupakan perubahan komposisi dari *Greigite*.

3. Kelompok Besi Hidroksida

Salah satu mineral yang termasuk ke dalam kelompok Besi Hidroksida adalah mineral *Goethite* ($\alpha FeOOH$). Mineral *Goethite* memiliki struktur mineral heksagonal dan bersifat antiferromagnetik. *Goethite* atau *Iron Oxyhydroxide* memiliki magnetisasi spontan dengan nilai jauh lebih kecil dari *Magnetite* yaitu sekitar 2 kA/m dan temperatur *Curie* 120 °C (Evans dan Heller, 2003). Pada umumnya mineral *Goethite* banyak ditemukan pada tanah dan sedimen.

E. Suseptibilitas Magnetik

Suseptibilitas magnetik adalah salah satu parameter magnetik yang merupakan ukuran mudah tidaknya suatu bahan untuk termagnetisasi jika bahan

tersebut dikenakan medan magnetik luar. Nilai suseptibilitas magnetik yang ditunjukkan oleh persamaan:

$$(\vec{M}) = \chi (\vec{H}) \quad (1)$$

Dengan (\vec{M}) adalah intensitas magnet dalam A/m, (χ) adalah nilai suseptibilitas suatu bahan dan tidak memiliki dimensi serta (\vec{H}) adalah kuat medan magnet dalam A/m. Nilai (χ) adalah parameter dasar yang digunakan dalam metode magnet. Nilai suseptibilitas batuan semakin besar jika dalam batuan tersebut dijumpai banyak mineral yang bersifat magnet. Litologi (karakteristik) dan kandungan mineral batuan adalah faktor yang mempengaruhi harga suseptibilitas suatu bahan (Telford et al, 1990).

Nilai suseptibilitas magnetik dipengaruhi oleh kandungan sifat magnetik bahan, yang dapat bernilai positif dan negatif. Nilai positif menunjukkan intensitas magnetisasi M yang searah dengan medan H , yang terdapat pada bahan Paramagnetik dan Feromagnetik, sedangkan nilai negatif menunjukkan bahwa magnetisasi M berlawanan arah dengan medan H , yang merupakan sifat bahan Diamagnetik. Suseptibilitas magnetik pada dasarnya bergantung pada konsentrasi mineral magnetik, komposisi mineral magnetik, ukuran dan bentuk bulir (*grain*), serta domain (Dearing, 1999). Nilai suseptibilitas magnetik dapat menentukan sifat kemagnetan dan jenis mineral magnetik yang terkandung di dalam bahan, dalam satuan internasional (SI), \vec{M} dan \vec{H} mempunyai satuan A/m sehingga χ merupakan besaran yang tidak berdimensi. Persamaan (1) menunjukkan bahwa untuk \vec{M} dan \vec{H} yang sejajar dan sebanding, suseptibilitas magnetik merupakan suatu besaran skalar (Dearing, 1999).

Pengukuran suseptibilitas magnetik dapat dilakukan hampir pada setiap bahan. Suseptibilitas magnetik yang diukur pada suatu rentang medan magnetik tertentu akan memberikan hubungan magnetisasi dengan medan tersebut. Hubungan ini dapat memberikan hubungan yang linear atau tidak linear bergantung pada besar medan magnetik yang digunakan. Suseptibilitas magnetik yang diukur menggunakan *susceptibility meter* merupakan suseptibilitas magnetik ekstrinsik atau suseptibilitas magnetik semu (*apparent magnetic susceptibility*) dan bukan suseptibilitas intrinsik. Perbedaan antara suseptibilitas magnetik ekstrinsik dan intrinsik disebabkan oleh adanya pengaruh *self demagnetization* pada bahan. Kandungan mineral pada suatu bahan mempengaruhi nilai suseptibilitasnya. Perbedaan suseptibilitas magnetik dalam perbedaan frekuensi dikenal dengan *parameter frequency dependent susceptibility* χ_{fd} . χ_{fd} dapat dipresentasikan sebagai suseptibilitas magnetik per satuan massa (χ_{fd}), dimana $\chi_{fd}\% = (\chi_{lf} - \chi_{hf}) / \chi_{lf} \times 100\%$ dengan χ_{lf} dan χ_{hf} merupakan suseptibilitas persatuan massa masing-masing pada frekuensi rendah dan frekuensi tinggi (Dearing, 1996). Nilai suseptibilitas magnetik dari berbagai mineral serta sifat kemagnetannya seperti Tabel 2.

Tabel 2. Suseptibilitas magnetik dari berbagai mineral

Mineral Magnetik			
Tipe Mineral	Sifat Kemagnetan	Suseptibilitas Magnetik	
		Volume (x 10 ⁻⁶ SI)	Massa (x 10 ⁻⁸ m ³ /kg)
<i>Magnetite</i> (Fe ₃ O ₄)	Ferrimagnetik	1.000.000 - 5.700.000	20.000 - 110.000
<i>Hematite</i> (α Fe ₂ O ₃)	Antiferromagnetik	500 - 40.000	10 - 760
<i>Maghemite</i> (γ Fe ₂ O ₃)	Ferrimagnetik	2.000.000 - 2.500.000	40.000 - 50.000
<i>Ilmenite</i> (FeTiO ₃)	Antiferromagnetik	2.200 - 3.800.000	46 - 80.000
<i>Pyrite</i> (FeS ₂)	Ferrimagnetik	35 - 5.000	1 - 100

Mineral Magnetik			
Tipe Mineral	Sifat Kemagnetan	Suseptibilitas Magnetik	
		Volume (x 10 ⁻⁶ SI)	Massa (x 10 ⁻⁸ m ³ /kg)
<i>Pyrrhotite</i> (Fe ₇ S ₈)	Ferrimagnetik	3.200.000	69.000
<i>Goethite</i> (αFeOOH)	Antiferromagnetik	1.100 - 12.000	26 – 280
Mineral Non Magnetik			
Kuarsa (SiO ₂)	Diamagnetik	-13 – 17	-0,5 - 0,6
Kalsit (CaCO ₃)	Diamagnetik	-7,5 – 39	-0,3 - 1,4
<i>Halite</i> (NaCl)	Diamagnetik	-10 – 16	-0,48 - 0,75
<i>Galena</i> (PbS)	Diamagnetik	-33	-0,44

(Sumber: Hunt, 1995).

Tabel 2 menunjukkan nilai suseptibilitas magnetik untuk setiap bahan berbeda-beda, hal ini bergantung dengan jenis bahan. Suseptibilitas magnetik ini akan menentukan sifat magnetik pada setiap bahan. Harga suseptibilitas pada batuan semakin besar apabila dalam batuan semakin banyak dijumpai mineral-mineral yang bersifat magnetik.

Suseptibilitas magnetik secara umum mencerminkan karakteristik dan intensitas dari respon bahan saat dikenakan medan magnetik dari luar. Ditinjau dari medan magnetik luar yang dikenakan pada bahan, suseptibilitas magnetik dapat diukur dengan menggunakan medan searah ataupun medan bolak-balik. Pada pengukuran dengan medan searah, magnetisasi yang dihasilkan konstan selama waktu pengukuran. Sementara itu, medan bolak-balik yang lemah, magnetisasi yang ditimbulkan bergantung pada waktu. Suseptibilitas magnetik pada dasarnya bergantung pada konsentrasi mineral magnetik, komposisi mineral magnetik, ukuran dan bentuk bulir (*grain*), serta domain (Dearing, 1999).

Berdasarkan ukuran bulirnya, sifat magnetik suatu bahan dibagi dalam empat kategori, yaitu domain jamak atau *Multidomain* (MD), *Single Domain* (SD), *Pseudo Single Domain* (PSD) dan Superparamagnetik (SP). Bulir MD cenderung mudah untuk termagnetisasi dibandingkan dengan bulir SD, hal ini disebabkan karena adanya pergeseran posisi dinding domain dalam bulir MD. Oleh karena itu, bulir MD merupakan pembawa remanen magnetisasi yang kurang stabil dibandingkan dengan bulir SD. Bulir SD memerlukan medan magnetik yang cukup tinggi untuk mengubah arah momen magnetiknya. PSD merupakan bulir berdomain jamak namun memiliki sifat seperti bulir SD. Bulir SP mempunyai ukuran sangat halus yaitu kurang dari $0,03 \mu\text{m}$ (Dearing, 1999) serta tidak dapat merekam magnetisasi remanen jika medan magnetik dikenakan sebelum mangannya kemudian dihilangkan, seperti halnya bahan Paramagnetik. Namun demikian, jika dikenakan pada medan magnetik luar, bulir SP menunjukkan magnetisasi yang sangat tinggi, yang terkait dengan suseptibilitas magnetik yang tinggi pula. Perubahan perbandingan bulir SP diantara bulir yang lain pada batuan, tanah, ataupun sedimen diduga merupakan gambaran dari perubahan yang terjadi pada lingkungan.

Informasi mengenai keberadaan bulir SP ini dapat diperoleh melalui pengukuran suseptibilitas magnetik pada dua frekuensi yang berbeda, hal ini disebabkan sifat bulir SP yang peka terhadap perubahan frekuensi. Perbedaan suseptibilitas magnetik dalam satu dekade perbedaan frekuensi dikenal dengan parameter *Frequency-Dependent Susceptibility* (FDS). FDS dapat dipresentasikan suseptibilitas magnetik per satuan massa (χ_{fd}).

Dimana, $\chi_{fd} = (\chi_{lf} - \chi_{hf})$ atau dalam bentuk:

$$\chi_{fd}\% = \frac{\chi_{lf} - \chi_{hf}}{\chi_{lf}} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan χ_{lf} adalah suseptibilitas persatuan massa pada frekuensi rendah. χ_{hf} adalah suseptibilitas persatuan massa frekuensi tinggi (Dearing, 1996). χ_{fd} menunjukkan ada tidaknya butir SP pada suatu bahan dapat dilihat pada Tabel 3.

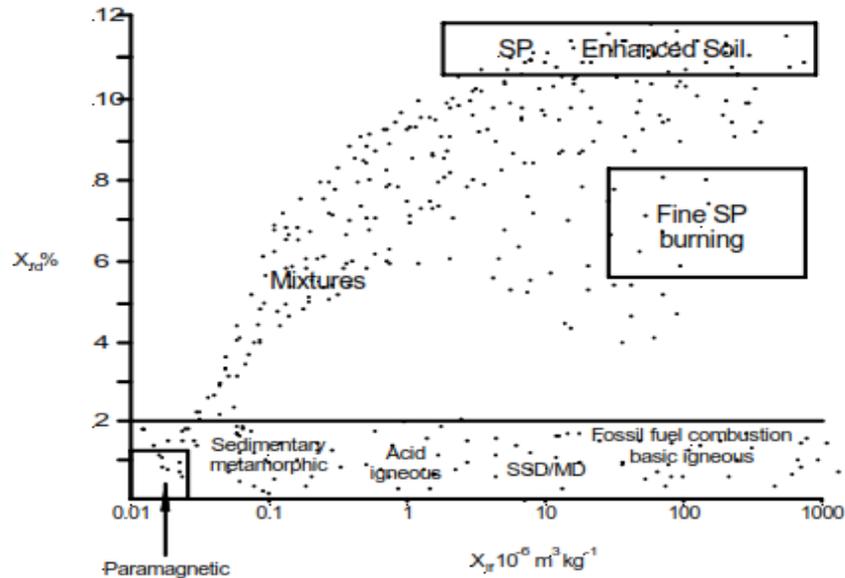
Tabel 3. Interpretasi nilai $\chi_{fd}\%$

χ_{fd}	Persentase	Keterangan
<i>Low</i> $\chi_{fd}\%$	< 2 %	Hampir tidak ada butiran SP
<i>Medium</i> $\chi_{fd}\%$	2 – 10 %	Campuran SP dan butiran kasar, atau butiran SP <0,05 μm
<i>High</i> $\chi_{fd}\%$	10 – 14 %	Hampir semua butir SP
<i>Very high</i> $\chi_{fd}\%$	> 14 %	Pengukuran yang salah, anisotropi, sampel lemah atau kontaminasi

(Sumber: Dearing, 1999)

Pada Tabel 3 terlihat empat pembagian yang masing-masing dikategorikan kedalam rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi. Nilai suseptibilitas frekuensi dependen dengan persentase dibawah dua persen dengan tidak terdapat butiran superparamagnetik. Butiran superparamagnetik merupakan nanopartikel magnetik yang terdapat didalam Ferrimagnetik atau Ferromagnetik. Nilai suseptibilitas frekuensi dependen yang paling tinggi dengan persentase lebih dari 14%.

Untuk memperlihatkan hubungan *low field susceptibility* (χ_{lf}) dengan *frequency dependence susceptibility* (χ_{fd}) dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan χ_{lf} – χ_{fd} (Dearing, 1999).

Gambar 4 memperlihatkan hubungan *low field susceptibility* (χ_{lf}) dengan *frequency dependence susceptibility* (χ_{fd}). Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa setiap variasi domain dan sumber sampel yang berbeda memiliki nilai (χ_{fd}) yang berbeda pula.

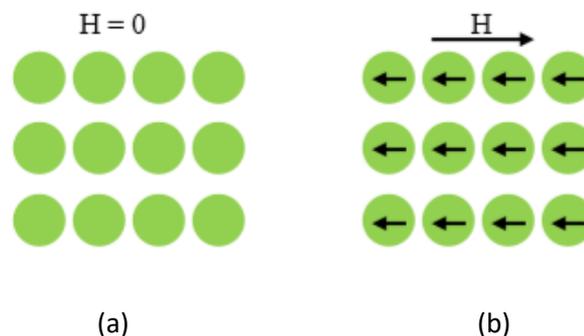
F. Kemagnetan Batuan

Kemagnetan batuan adalah kajian tentang sifat magnetik batuan yang terjadi karena adanya proses perekam sifat magnetik dimana mineral magnetik yang terdapat dalam batuan menjadi pelakunya, atau mineral magnetik yang terkandung dalam batuan sebagai pembawa sifat magnetik batuan.

Sifat kemagnetan bahan berdasarkan sifat medan magnet atomis, bahan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu Diamagnetik, Paramagnetik dan Ferromagnetik (Halliday & Resnick, 1989).

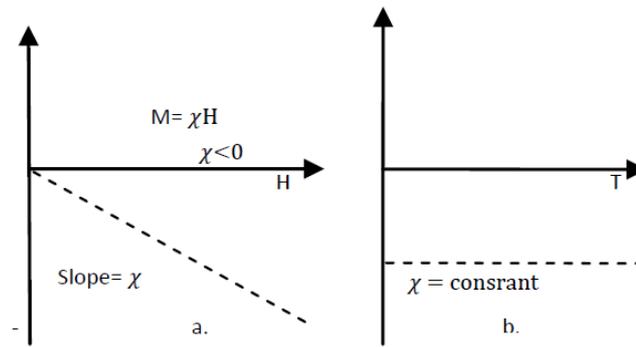
1. Diamagnetik

Diamagnetik merupakan mineral alam yang tidak mempunyai momen magnetik, sehingga kemagnetannya sangat lemah. Atom-atom bahan diamagnetik mempunyai kulit elektron terisi penuh. Setiap elektron berpasangan dan mempunyai spin yang berlawanan dalam tiap pasangan, sehingga tidak mempunyai momen magnet. Jika ada medan magnet dari luar yang menginduksi bahan itu, maka elektron tersebut akan berputar dan menghasilkan medan magnet lemah yang melawan medan penginduksinya seperti yang disebutkan dalam Hukum Lenz. Oleh karena itu, bahan diamagnetik mempunyai suseptibilitas negatif dan tidak bergantung pada medan H.



Gambar 5. (a) Arah domain magnetik pada material Diamagnetik sebelum dan (b) sesudah diberi medan magnet eksternal. (Jiles, 1996).

Gambar 5 menunjukkan bahwa sebelum bahan magnetik dikenakan medan luar ($H = 0$), arah momen magnetiknya bersifat acak. Jika bahan magnetik tersebut diberikan medan luar ($H \neq 0$), maka arah momen magnetiknya melawan arah medan luar yang diberikan. Tetapi setelah medan luar dihilangkan maka momen magnetiknya akan kembali acak. Gambar 6 memperlihatkan grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan.



Gambar 6. a) Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan dan $\chi < 0$. b) suseptibilitas (χ) tidak tergantung pada temperatur (T) untuk bahan Diamagnetik (Hunt, 1991).

Gambar 6 menunjukkan nilai suseptibilitas pada bahan Diamagnetik kecil dan bernilai negatif, yaitu sekitar -1×10^{-5} dalam satuan internasional (SI) (Jiles, 1991). Temperatur konstan dan medan magnet yang lemah, nilai suseptibilitas akan bernilai konstan. Kondisi ini disebut keadaan linear, yaitu H berbanding lurus terhadap M . Bahan Diamagnetik seperti bismuth, gipsum, marmer, kuarsa dan garam.

Suatu material dapat bersifat magnet apabila susunan atom dalam bahan tersebut mempunyai spin elektron yang tidak berpasangan. Dalam material Diamagnetik hampir semua spin elektron berpasangan, sehingga resultan medan magnet atomik dari masing-masing atom atau molekul adalah nol. Permeabilitas bahan ini adalah $\mu < \mu_0$ dengan suseptibilitas magnetik bahan $\chi_m < 0$ (orde 10^{-5}) (Halliday et al, 1989).

2. Paramagnetik

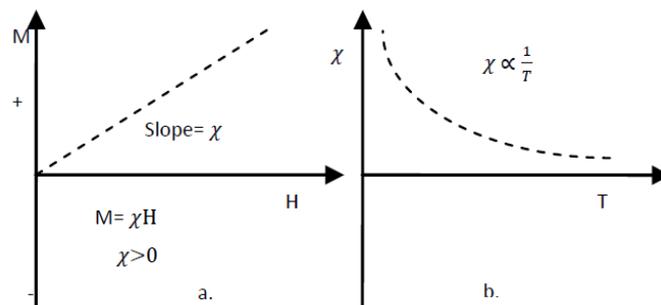
Bahan Paramagnetik merupakan bahan yang memiliki suseptibilitas magnetik $\chi_m > 0$ dengan nilai yang sangat kecil. Dipol magnetik pada bahan Paramagnetik terorientasi sembarang. Jika material tersebut diberikan medan magnet eksternal maka dipol magnetik dalam bahan tersebut sulit

disejajarkan sehingga dibutuhkan medan magnet yang sangat besar untuk menyelaraskan dipol magnetik pada orientasi tertentu.



Gambar 7. Arah domain magnetik pada material Paramagnetik sebelum dan sesudah diberi medan magnet eksternal (Jiles, 1996).

Gambar 7 menunjukkan bahan Paramagnetik menghasilkan induksi magnetik yang searah dengan medan magnet (H) yang digunakan (Butler, 1998). Momen magnetiknya akan kembali acak apabila medan luar dihilangkan. Grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet dapat dilihat pada Gambar 8.



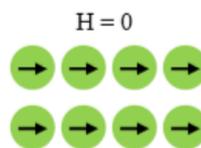
Gambar 8. a) Grafik magnetisasi (M) terhadap Medan Magnet (H) yang diberikan dan $\chi > 0$. b) Suseptibilitas (χ) Tergantung pada Temperatur (T) untuk Bahan Paramagnetik (Hunt, 1991).

Gambar 8 menunjukkan nilai suseptibilitas pada bahan Paramagnetik bernilai positif dan sangat kecil yaitu berkisar antara 1×10^{-5} dan 1×10^{-3} (SI). Paramagnetik mempunyai suseptibilitas magnetik (χ) tergantung pada temperatur (Butler, 1998) dan pada medan induksi yang rendah, sehingga pada temperatur tertentu dan di dalam medan magnet yang rendah, M

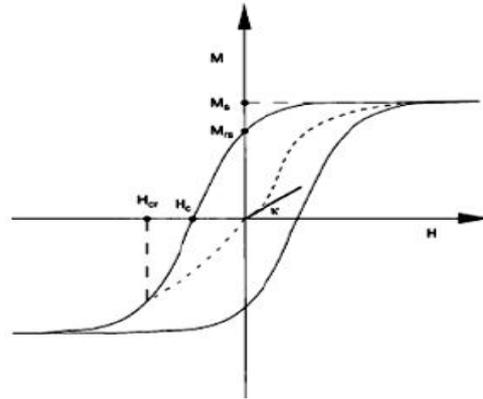
berbanding lurus terhadap H (Jiles, 1991). Contoh bahan Paramagnetik adalah piroksen, olovin, garnet, amfibolit dan biotit.

3. Ferromagnetik

Bahan Ferromagnetik termagnetisasi dengan baik, sehingga bahan Ferromagnetik menjadi sangat kuat. Bahan Ferromagnetik memiliki nilai Suseptibilitas magnetik (χ) positif dan besar ($\chi \approx 50$ sampai 10^4), merupakan kelompok bahan yang termagnetisasi secara spontan meskipun tidak diberikan medan magnetik. Bahan Ferromagnetik akan kehilangan sifat menjadi paramagnetik apabila dipanaskan diatas suhu *Currie* (Buttler, 1998). Bahan Ferromagnetik masih menyimpan remanen magnetik, meskipun medan magnetnya dihilangkan (Dunlop dan Ozdemir, 1997). Karakteristik seperti inilah yang membuat bahan Ferromagnetik mampu merekam medan magnet purba. Arah domain magnetik pada Ferromagnetik dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Arah domain magnetik pada Ferromagnetik (Jiles, 1996).

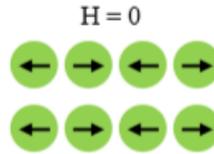


Gambar 10. Kurva histerisis untuk bahan ferromagnetik (Jiles, 1991).

Gambar 10 memperlihatkan apabila sebuah bahan diberikan medan magnet, maka akan diperoleh magnetisasi saturasi (M_s) yaitu magnetisasi konstan walaupun medan magnet ditambahkan terus menerus sedangkan jika medan magnet dikurangi hingga mencapai nol, didapatkan bahwa magnetisasinya berada pada saturasi remanen (M) dan tidak kembali ke nol. Jika diberikan medan magnet pada arah yang berlawanan, maka pada titik tertentu diperoleh induksi magnetiknya menjadi nol. Medan pada titik ini disebut koersivitas (H_c) yaitu gaya yang dimiliki oleh bulir-bulir mineral yang terdapat di dalam bahan untuk mempertahankan momen-momen magnetiknya dari pengaruh medan luar. Karakteristik yang lain adalah koersivitas remanen (H_oR) yang terjadi jika medan diberikan dan kemudian dihilangkan sehingga saturasi remanen akan berkurang menjadi nol. Pada magnetisasi (M) untuk bahan ferromagnetik tidaklah berbanding lurus dengan intensitas magnet (H). Harga suseptibilitas magnetik bergantung dari harga intensitas magnet (H).

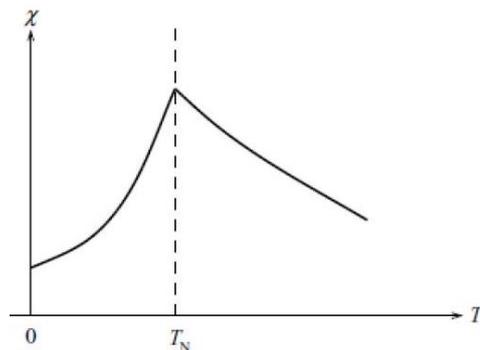
Ferromagnetik dibagi menjadi dua bagian yaitu:

a. Antiferromagnetik



Gambar 11. Arah domain magnetik pada Antiferromagnetik (Jiles, 1996).

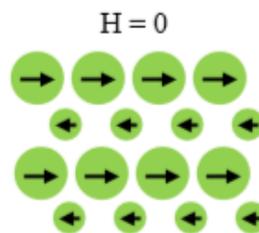
Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa bahan Antiferromagnetik memiliki sub-domain paralel dan antiparalel, namun momen magnetiknya identik dengan nilai magnetisasi spontan nol (Thompson dan Oldfield, 1986). Bahan Antiferromagnetik, yaitu bahan yang mempunyai suseptibilitas positif yang kecil pada segala suhu dengan perubahan suseptibilitas bergantung suhu karena keadaan khusus. Pada umumnya keteraturan Antiferromagnetik berada pada suhu yang cukup rendah kemudian menghilang diatas suhu tertentu. Suhu Neel adalah suhu yang menandai perubahan sifat magnet dari Antiferromagnetik ke Paramagnetik. Grafik suseptibilitas magnetik untuk bahan Antiferromagnetik dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Suseptibilitas (χ) tergantung pada temperatur (T) untuk bahan antiferromagnetik (Chung, 2007)

b. Ferrimagnetik

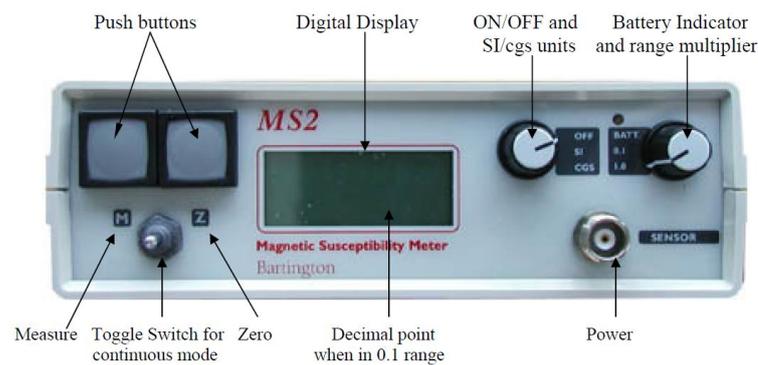
Ferrimagnetik sangat mirip dengan Ferromagnetik dan sangat sulit membedakan antara kedua sifat tersebut bahkan dengan menggunakan teknik pengukuran magnetik. Bahan Ferrimagnetik membawa remanen magnetik di bawah suhu kritis, yang disebut suhu *Curie* atau Neel, akan bersifat Paramagnetik di atas suhu ini (Thompson dan Oldfield, 1986). Bahan Ferrimagnetik memiliki nilai suseptibilitas tinggi tetapi lebih rendah dari bahan Ferromagnetik. Beberapa contoh dari bahan Ferrimagnetik yaitu *Ferriete* dan *Magnetite*. Arah domain magnetik pada Ferrimagnetik dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Arah domain magnetik pada Ferrimagnetik (Jiles, 1996).

G. Bartington Magnetic Susceptibility tipe MS2B

Prinsip kerja dari alat ini merupakan sirkuit elektromagnetik yang berfungsi mendeteksi perubahan induktansi ketika sampel ditempatkan di dalam kumparan tersebut. Instrumen ini terdiri dari sensor MS2B dengan diameter internal 35 mm dan terhubung dengan MS2 meter yang bekerja berdasarkan perubahan induktansi *coil* akibat adanya sampel yang dimasukkan. Instrumen ini menggunakan medan magnet lemah 80 A/m rms dan dapat mengukur pada frekuensi rendah 470 Hz dan frekuensi tinggi 4700 Hz (Dearing, 1997).



Gambar 14. *Bartington Magnetic Susceptibility* (Sumber: Dearing, 1997).

Gambar 14 merupakan bentuk alat dari *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan *MS2 System*. Peralatan sensor ini bekerja karena adanya tegangan yang diberikan pada rangkaian osilator sehingga menimbulkan medan magnetik bolak-balik yang berintensitas rendah pada ruang sampel, selanjutnya pada ruang ini diletakan sampel yang mengakibatkan perubahan frekuensi osilator. Nilai suseptibilitas sampel diperoleh dengan membandingkan frekuensi osilator sebelum dan sesudah sampel diletakan. Instrumen ini dapat mengukur harga suseptibilitas dari 1×10^{-6} sampai 9.999×10^{-6} dalam satuan cgs atau $1,26 \times 10^{-5}$ sampai $1,26 \times 10^{-1}$ dalam satuan SI (m^3/kg). Nilai suseptibilitas magnetik dapat dihitung persatuan volume atau persatuan massa.

Bartington Magnetic Susceptibility Meter tipe sensor *MS2B* (dual frekuensi), menggunakan sensor yang memiliki diameter internal dan keakuratan tinggi pada sensor diperoleh jika bentuk sampel yang akan digunakan berupa butiran kecil atau sampel cair, sesuai dengan ketentuan di atas (Dearing, 1997). Penggunaan frekuensi rendah apabila digunakan untuk mengukur suseptibilitas magnetik pada bahan secara keseluruhan, sedangkan jika menggunakan frekuensi tinggi maka pada bagian dalam bahan tidak akan terdeteksi karena daya tembus yang rendah (Dearing, 1997). *Bartington*

Magnetic Susceptibility Meter tipe sensor *MS2B* tersebut dapat melakukan dua jenis pengukuran yaitu pengukuran suseptibilitas magnetik massa dan suseptibilitas magnetik volume serta dapat menentukan *susceptibility low-field* dan *high-field*. Selain suseptibilitas magnetik sensor *MS2B* terdapat sensor yang lain seperti *MS2C*, *MS2E*, dan lain-lain (Tabel 4).

Tabel 4. Spesifikasi dan fungsi sensor yang tersedia untuk digunakan dengan *MS2* meter (Dearing, 1999).

Jenis	Sensor	Tujuan
Laboratorium sensor	<i>MS2B</i>	Pengukuran suseptibilitas magnetik sampel tanah, batu dan sedimen.
	<i>MS2C</i>	Pengukuran kerentanan volume resolusi tinggi pada seluruh inti
	<i>MS2E</i>	Pengukuran dengan resolusi spasial tinggi di sepanjang inti terbelah atau spesimen geologi yang disiapkan dengan tepat
	<i>MS2G</i>	Pengukuran sampel bubuk atau cair
	<i>MS2W</i>	Mengukur ketergantungan suhu dari suseptibilitas magnetik.
Peralatan survei lapangan	<i>MS2D</i>	Penilaian konsentrasi bahan feromagnetik di atas 100 mm permukaan tanah.
	<i>MS2F</i>	Studi stratigrafi bagian geologi dan arkeologi yang terpapar.
	<i>MS2H</i>	Sensor untuk pengukuran sub-permukaan suseptibilitas magnetik volume strata.
	<i>MS2K</i>	Pengukuran yang sangat berulang dari suseptibilitas magnetik volume dari permukaan yang cukup halus.

H. Penelitian-Penelitian Relevan

Tabita (2021) menganalisis jenis mineral pada gumuk batu pasir sumalu Kecamatan Rantebua Kabupaten Toraja Utara dengan menggunakan metode suseptibilitas magnetik. Pengukuran suseptibilitas magnetik menggunakan alat Bartington *MS2B* dan pengukuran jenis unsur mineral magnetik menggunakan

alat *X-Ray fluorescence* (XRF), sedangkan pengukuran mineral magnetik menggunakan alat *X-ray Diffraction* (XRD) tipe Rigaku MiniFlex II. Nilai suseptibilitas magnetik pada Gumuk Pasir Sumalu Kecamatan Rantebua Kabupaten Toraja Utara berkisar $5.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ sampai dengan $14.7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ yang termasuk dalam golongan *Olivine* ($[\text{Mg}, \text{Fe}]_2 \text{SiO}_4$), *Biotite* ($\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al Silicate}$), *Pyroxene* ($(\text{Mg}, \text{Fe})_2 \text{Si}_2\text{O}_6$). Unsur mineral magnetik pada Gumuk Pasir Sumalu dominan mengandung *Si, Fe, Al, Mg*, sedangkan mineral magnetik utama penyusun gumuk pasir ini adalah *Quartz* (SiO_2), *Hematite* (Fe_2O_3), *Kaolinite* $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$, *Periclase* (MgO) dan *Titanium Oxide* (TiO_2).

Safitri, dkk (2019) menganalisis suseptibilitas magnetik batuan ultrabasa di daerah pasca penambangan nikel Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka. Nilai suseptibilitas pada area pasca penambangan lebih tinggi berkisar antara $180 \times 10^{-5} \text{ SI}$ sampai $1019,6 \times 10^{-5} \text{ SI}$ dan pada area penambangan nilai suseptibilitas magnetiknya lebih rendah berkisar antara $172,6 \times 10^{-5} \text{ SI}$ sampai $516,9 \times 10^{-5} \text{ SI}$. Hal ini disebabkan karena pada area pasca penambangan struktur batuanya lebih lapuk dan termasuk dalam pelapukan lanjutan serta nilai dari kandungan mineral magnetiknya lebih tinggi dibandingkan sampel batuan yang diambil di area penambangan. Mineral magnetik yang dominan terkandung dalam sampel batuan ultrabasa yaitu *Hematite* ($\alpha\text{Fe}_2\text{O}_3$). Jenis batuan yang terkandung dalam sampel batuan ultrabasa adalah *Lherzolite* dengan rentang nilai suseptibilitas magnetiknya berkisar antara $407 \times 10^{-5} \text{ SI}$ sampai $803,7 \times 10^{-5} \text{ SI}$ dan jenis batuan *Olivine Websterite* dengan rentang nilai suseptibilitas magnetiknya berkisar antara $172,6 \times 10^{-5} \text{ SI}$ sampai 516×10^{-5} .

Fajri (2019) menganalisis sifat magnetik dan komposisi unsur batuan dan tanah di sekitar Danau Diateh, Sumatra Barat. Nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{lf}) yang diperoleh untuk batuan adalah $2332 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Kg}$, $2161,7 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Kg}$, dan $2791,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Kg}$, sedangkan nilai suseptibilitas magnetik frekuensi rendah (χ_{lf}) yang diperoleh untuk tanah adalah $802,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Kg}$; $779,8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Kg}$ dan $58,4 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{Kg}$. Sampel batuan dan tanah mengandung beberapa unsur seperti *Fe*, *Mn* dan *Ti*, dengan *Fe* memiliki konsentrasi tertinggi dan dengan demikian pengaruh potensial tertinggi pada kerentanan magnetiknya. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang jelas antara suseptibilitas magnetik dan komposisi kimia sampel batuan dan tanah, yang pada gilirannya mencerminkan jumlah mineral magnetik. Komposisi *Fe* sebanding dengan nilai suseptibilitas magnetiknya, sedangkan hubungan antara unsur *Ti* dan *Mn* terhadap nilai suseptibilitas magnetik tidak terlalu terlihat. Hal ini dikarenakan komposisi unsur selain *Fe* sangat rendah. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh autigenik.

Saepuloh, dkk (2017) telah mendapatkan pemetaan geologi Gunung Api Digital daerah Ngebel, Madiun berdasarkan data reflektansi dan suseptibilitas magnetik batuan. Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik, penyebaran satuan produk gunung api bersesuaian dengan gumuk yang bisa dikelompokkan menjadi dua yaitu suseptibilitas magnetik rendah ($9,9 \times 10^{-3} - 20,7 \times 10^{-3}$) berasosiasi dengan Gumuk Ngebel dan suseptibilitas magnetik menengah ($20,7 \times 10^{-3} - 48,7 \times 10^{-3}$) sampai tinggi ($\geq 48,7 \times 10^{-3}$) berasosiasi dengan Gumuk Manyutan. Berdasarkan nilai reflektansi citra Landsat-8 OLI/TIRS daerah penelitian tersusun oleh lima satuan batuan gunung api yaitu jatuhan Piroklastika

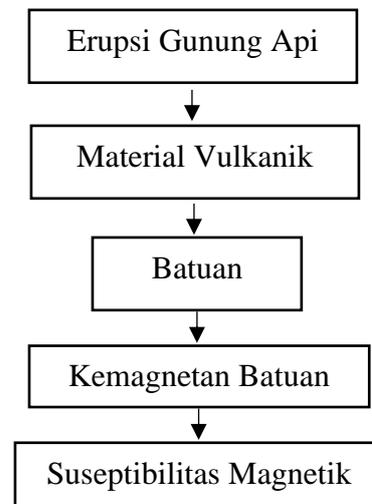
Ngebel (reflektansi 0,63 – 0,71), aliran Piroklastika Ngebel (reflektansi 0,71 – 0,74), aliran Piroklastika Manyutan (reflektansi 0,74 – 0,78), sumbat lava Manyutan 1 (reflektansi 0,78 – 0,84), dan sumbat lava Manyutan 2 (reflektansi $\geq 0,84$).

Fadila (2020) menganalisis mineral magnetik pada batuan vulkanik kawasan danau Maninjau Sumatra Barat menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter*. nilai suseptibilitas magnetik yang diperoleh berkisar antara $967.8 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ – $2187.0 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ yang didominasi oleh *Ilmenite*.

I. Kerangka Berpikir

Batu Apung (*Pumice*) merupakan batuan yang berasal dari hasil erupsi gunung api. Batuan ini dapat menyimpan berbagai jenis mineral salah satunya mineral magnetik. Namun, Batu Apung yang berada di Kabupaten Lampung Barat belum pernah dikaji. Mineral magnetik dapat dianalisis menggunakan metode kemagnetan batuan. Metode kemagnetan batuan dilakukan dengan berbagai variasi pengukuran. Salah satunya penentuan nilai suseptibilitas magnetik. Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik dapat dilakukan analisa data bahwa semakin tinggi nilai suseptibilitas magnetik batuan maka akan semakin tinggi pula kelimpahan mineral magnetik yang terkandung dalam batuan tersebut.

Kerangka berpikir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Kerangka Berpikir Penelitian

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis nilai suseptibilitas magnetik pada Batu Apung di Kabupaten Lampung Barat dari beberapa posisi didapatkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik tertinggi terdapat pada daerah Way Tanding sedangkan nilai suseptibilitas magnetik terendah berada pada daerah bagian Timur Danau Ranau. Rentang nilai suseptibilitas magnetik yang diperoleh mengindikasikan bahwa sifat kemagnetan pada Batu Apung di Kabupaten Lampung Barat yaitu *Antiferomagnetik* serta nilai suseptibilitas magnetik bergantung frekuensi ($\chi_{fd}\%$) yang didapatkan mengindikasikan bahwa batuan tersebut hampir tidak memiliki bulir superparamagnetik.

B. Saran

Batu Apung (*Pumice*) di Kabupaten Lampung Barat merupakan objek yang menarik untuk diteliti, karena mineral pada batuan memiliki banyak manfaat salah satunya dalam bidang geologi untuk melihat rekam masa lalu hasil letusan Gunung api yang belum terdapat di dalam dokumen penelitian. Setelah diketahui nilai suseptibilitas magnetik pada batuan, maka perlu dilakukan kajian lebih dalam mengenai morfologi pada batuan tersebut menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*), kandungan unsur-unsur pada batuan menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) dan melihat jenis mineral menggunakan XRD (*X-Ray Diffraction*) serta metode untuk menentukan umur material hasil letusan agar nilai suseptibilitas magnetik dapat dikorelasikan

sehingga intrepretasi data lebih akurat dan dapat dijadikan sebagai bahasan kajian aktivitas vulkanik pada masa lampau di daerah tersebut.