

PENENTUAN JENIS MINERAL MAGNETIK GUANO DARI GUA SOLEK DAN GUA RANTAI KECAMATAN LAREH SAGO HALABAN KABUPATEN LIMA PULUH KOTA MENGGUNAKAN METODE *ISOTHERMAL REMANENT MAGNETIZATION* (IRM)

Wilda Febi Rahmadhani^{*}), Hamdi Rifai^{*}) dan Fatni Mufit^{*})

^{*} Jurusan Fisika FMIPA UNP, email: Wilda_febi@yahoo.com, Hamdi_unp@yahoo.com, Fatni.mufit@gmail.com

ABSTRACT

Based on magnetic susceptibility value from guano of Solek and Rantai Caves, known that guano contain magnetic mineral. Unless the kinds of guano magnetic mineral from both caves didn't know. Because of that, in this research determined the kinds of guano magnetic mineral, especially the kinds of magnetic mineral from Titanium-Iron Oxide. The method that used to determines magnetic mineral of Titanium-Iron Oxide is Isothermal Remanent Magnetization (IRM) method that detected uses IRM saturation curve and S-Ratio. The sample that detected by IRM saturation curve are guano from Solek and Rantai caves, while the sample that detected by using S-Ratio is guano from Solek cave. Based on IRM saturation curve, known the kinds of magnetic mineral that contain on guano from Solek and Rantai caves are magnetite, and the result of analysis uses S-Ratio is known the kinds of contained mineral magnetic on guano from Solek cave is also magnetite. So, can be indicated that the kind of contained magnetic mineral on guano from Solek and Rantai caves is magnetite.

Keywords: *Guano, the kinds of magnetic mineral, Isothermal Remanent Magnetization (IRM), Saturation Curve, S-Ratio*

PENDAHULUAN

Guano berasal dari bahasa Spanyol yaitu *Quechua* yang berarti kotoran (feses dan urin) dari burung laut, kelelawar dan anjing laut. Guano merupakan sedimen klastik gua, yaitu sedimen yang terbawa dari luar kedalam gua (Bird, 2007). Saat ini guano telah banyak dijadikan sebagai objek penelitian. Guano merupakan sisa proses pencernaan kelelawar atau burung laut yang mengandung karbon (C), fosfat (PO₄), nitrogen (N₂), dan urea yang bukan merupakan mineral magnetik.

Keberadaan mineral magnetik pada guano bisa berasal dari makanan kelelawar, yaitu serangga. Serangga-serangga yang

dimakan kelelawar tidak dapat dicerna seluruhnya, sehingga guano mengandung komponen serangga yang belum tercerna, diantaranya adalah *Chitin*. Selain itu keberadaan mineral magnetik pada guano juga berasal dari debu. Debu tersebut dibawa dari lingkungan luar kedalam gua. Apabila terjadi suatu peristiwa di lingkungan gua seperti aktivitas vulkanik yang menghasilkan debu, maka debu vulkanik tersebut akan terdistribusi ke lingkungan sekitarnya melalui media angin atau hanyut bersama air. Akibatnya debu tersebut masuk dan tersedimentasi di dalam gua. Hal ini akan berpengaruh pada

kandungan mineral magnetik guano yang telah menumpuk di dalam gua tersebut.

Penelitian tentang mineral magnetik guano telah pernah dilakukan oleh Novrilita (2009) dan Olintika (2009), yaitu terhadap guano dari Gua Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota. Berdasarkan penelitian tersebut diketahui bahwa guano Gua Solek dan Gua Rantai mengandung mineral magnetik. Hal ini terlihat dari tingginya nilai suseptibilitas magnetik guano yang diukur menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter*.

Penelitian ini melanjutkan penentuan sifat magnetik guano dari kedua gua tersebut. Sifat magnetik yang ditentukan pada penelitian ini yaitu jenis mineral magnetik guano dari Gua Solek dan Gua Rantai Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. Menurut Rifai (2010) gua yang berdekatan memiliki karakteristik yang sama, sehingga diindikasikan bahwa jenis mineral magnetik guano Gua Solek dan Gua Rantai adalah sama.

Jenis mineral magnetik merupakan istilah yang digunakan untuk mineral yang tergolong ferromagnetik (Bijaksana, 2002). Jenis mineral magnetik yang dapat diketahui dari penelitian ini adalah jenis mineral *magnetite* (Fe_3O_4) dan jenis mineral *hematite* ($\alpha - Fe_2O_3$). *Magnetite* (Fe_3O_4) merupakan mineral magnetik yang bersifat *ferromagnetic* dengan temperatur *curie* $580^{\circ}C$. *Magnetite* mempunyai sifat kemagnetan yang sangat kuat dengan magnetisasi saturasi pada medan 300 mT . *Hematite* nama kimianya adalah oksida besi (Fe_2O_3), batuananya bulat dan kristal. Masanya berisi butiran-butiran dengan batuan mineralnya berwarna merah kecoklatan. *Hematite* memiliki temperature *curie* $680^{\circ}C$, dengan medan saturasi 300 mT .

Jenis mineral magnetik dapat ditentukan menggunakan metode kamagnetan batuan yaitu metode *Ishothermal Remanent Magnetization* (IRM)

Metode IRM hanya bisa digunakan untuk mengetahui dua jenis mineral magnetik saja, yaitu jenis mineral *magnetite* (Fe_3O_4) dan *hematite* ($\alpha - Fe_2O_3$). *Ishothermal Remanent Magnetization* (IRM) merupakan magnetisasi remanen yang dihasilkan dalam waktu yang singkat melalui medan magnetik yang kuat pada temperatur konstan. Sampel yang telah diberi IRM ditentukan jenis mineral magnetiknya melalui analisa menggunakan kurva saturasi IRM dan *S-Ratio*.

Pemberian IRM akan menimbulkan saturasi pada sampel. Berdasarkan nilai medan saturasi sampel dapat diketahui jenis mineral magnetik sampel tersebut, apakah *magnetite* atau *hematite*. Mineral *magnetite* tersaturasi pada medan 300 mT , sedangkan *hematite* sulit tersaturasi karena momen magnetiknya sulit dipengaruhi oleh medan luar (Butler, 1998). Nilai medan saturasi IRM dapat dilihat melalui kurva saturasi IRM.

Selain kurva saturasi IRM, jenis mineral magnetik dapat diketahui melalui nilai *S-Ratio*. *S-Ratio* adalah parameter magnetik batuan yang digunakan untuk memberikan ukuran relatif dari kontribusi bahan koersivitas rendah dan tinggi untuk IRM suatu sampel. *S-Ratio* umumnya digunakan untuk mengukur mineral ferrimagnetik dan antiferromagnetik melalui medan IRM yang diberikan. Pengukuran untuk *S-Ratio* di laboratorium dilakukan dengan pemberian IRM pada sampel. *S-Ratio* dapat didefinisikan sebagai perbandingan kebalikan medan IRM koersivitas tinggi dengan medan koersivitas rendah. Secara umum, medan koersivitas tinggi yaitu medan 1 T atau IRM_{1T} , sedangkan medan pada koersivitas rendah adalah 0.3 T atau $IRM_{0.3T}$, hal ini disebabkan karena mineral magnetik mulai tersaturasi pada medan 300 mT .

Nilai *S-Ratio* berkisar antara -1 sampai dengan 1. Jika pada suatu sampel hanya mengandung mineral dengan koersivitas rendah seperti *magnetite* maka *S-Ratio* > 0.9 atau mendekati 1, karena mineral

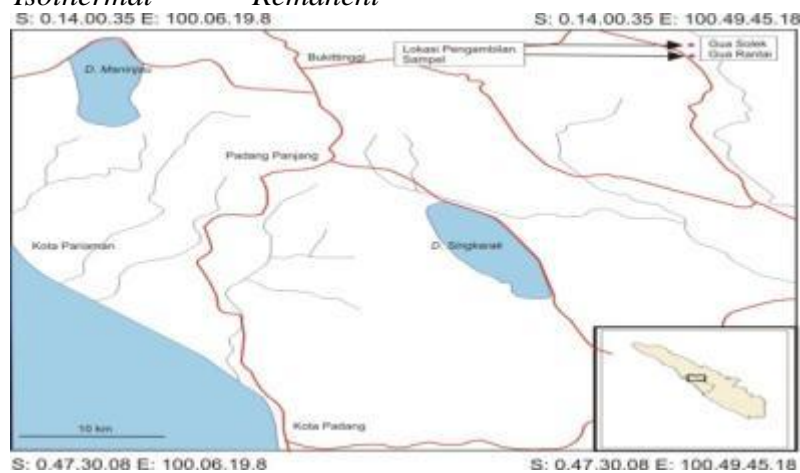
dengan jenis *magnetite* sudah tersaturasi pada medan 300 mT, sehingga nilai intensitas yang diperoleh dari perbandingan antara $IRM_{0,3T}$ dan IRM_{1T} akan saling mendekati. Jika bukan mineral *magnetite* yang terkandung pada sampel maka nilai *S-Ratio* akan jauh dari 1 (Kruiver, 2001).

Metode IRM telah banyak digunakan dalam kajian sifat magnetik bahan. Diantaranya adalah kajian yang dilakukan oleh Mufit, dkk (2006) yaitu tentang sifat magnetik pasir besi dari Pantai Sunur, Pariaman, Sumatera Barat. Selain itu, penelitian lain juga pernah dilakukan Rizali (2006) dengan judul “Penentuan Jenis Mineral Magnetik pada Polutan Akibat Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode *Isothermal Remanent*

Magnetization (IRM) di Kota Padang Bagian Utara.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dasar dengan menggunakan data primer yang diperoleh dari pengukuran nilai intensitas magnetik dan medan magnet menggunakan metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM). Guano diambil dari Gua Solek dan Gua Rantai oleh peneliti sebelumnya yaitu Novrilita (2009) dan Olintika (2009) pada bulan Februari 2009. Kedua gua ini saling berdekatan, dengan jarak ± 3 km. Lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel

Daerah ini memiliki tiga buah gunung berapi yang tidak aktif yaitu Gunung Sago yang berlokasi di Kecamatan Luak dan Kecamatan Situjuh Limo Nagari, Gunung Bungsu yang berlokasi di Kecamatan Harau dan Kecamatan Mungka, dan Gunung Sanggul di Kecamatan Harau. Kabupaten Lima Puluh Kota berdekatan dengan Kabupaten Agam, dimana pada daerah tersebut terdapat dua buah gunung yaitu satu gunung aktif yaitu Gunung Merapi, dan satu gunung tidak aktif yaitu Gunung Singgalang. Berdasarkan keberadaan gunung merapi yang aktif diprediksi bahwa keberadaan mineral magnetik pada guano berasal dari debu

vulkanik yang terdistribusi kedalam gua ketika terjadi aktivitas vulkanik.

Sampel ini diambil dengan jarak 2 cm antara sampel satu dengan sampel lainnya untuk Gua Solek, sedangkan Gua Rantai jarak antara satu lapisan dengan lapisan lainnya adalah 5 cm. Semua sampel dipreparasi di Laboratorium Fisika Bumi FMIPA Universitas Negeri Padang pada bulan Februari 2012. Preparasi sampel merupakan proses memasukkan guano kedalam holder atau kotak sampel yang berbentuk silinder. Ketika preparasi, harus dipastikan bahwa sampel benar-benar padat di dalam holder. Setelah itu sampel diberi nama sesuai dengan nama Gua tempat sampel tersebut diambil dan pada

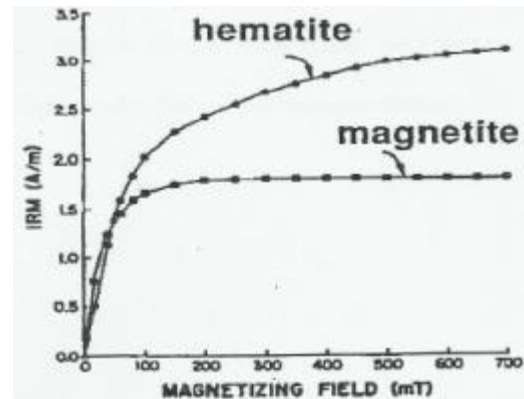
kedalaman berapa sampel diambil. Contohnya GS 110-112, penamaan ini berarti bahwa sampel merupakan guano yang berasal dari Gua Solek yang diambil pada kedalaman 110-112 cm.

Sampel yang telah dipreparasi diukur nilai suseptibilitas magnetiknya menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* model MS2. Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik dipilih sampel yang akan ditentukan jenis mineral magnetiknya menggunakan kurva saturasi IRM, yaitu sampel yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang tergolong tinggi, sedang, dan rendah. Sehingga diperoleh 15 sampel yaitu 7 guano Gua Solek dan 8 guano Gua Rantai. Sampel yang ditentukan jenis mineral magnetiknya menggunakan *S-Ratio* adalah 49 sampel guano Gua Solek.

Jenis mineral magnetik ditentukan menggunakan metode kemagnetan batuan yaitu metode *Isothermal Remanent Magnetization* (IRM). IRM diberikan kepada sampel melalui instrumen *Elektromagnetic Weiss* dan diukur intensitas magnetiknya menggunakan *Minispin Magnetometer*. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Kemagnetan Batuan Fisika Sistem Kompleks Institut Teknologi Bandung (ITB).

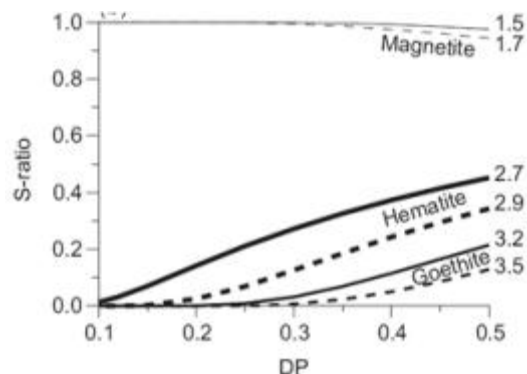
Semua sampel dikenai magnetisasi melalui pemberian IRM. IRM ini dikenakan pada sampel melalui pemberian medan magnetik yang tinggi hingga diperoleh keadaan saturasi. Tinggi rendahnya medan magnetik yang diperlukan untuk mencapai keadaan saturasi merupakan indikator dari jenis mineral magnetik yang dominan terkandung pada sampel. IRM diberikan oleh *Electromagnetic Weiss*, dimana medan yang dihasilkan pada kumparan berasal dari arus yang dialirkan *Power Supply DC*. Pemberian medan pada sampel dilakukan sekurangnya 20 tahap untuk kurva saturasi IRM. Besarnya IRM pada setiap tahap pengukuran diukur dengan *Minispin Magnetometer*.

Nilai kuat medan diplot dengan nilai intensitas magnetik guano. Nilai kuat medan saturasi dari guano akan menunjukkan jenis mineral magnetik guano tersebut, apakah *magnetite* atau *hematite*. Mineral *magnetite* tersaturasi pada medan 300 mT, sedangkan *hematite* sulit tersaturasi karena momen magnetiknya sulit dipengaruhi oleh medan luar (Butler, 1998), seperti terlihat pada gambar 2.



Gambar 2. Kurva saturasi IRM *magnetite* dan *hematite* (Hunt:1991).

Pengukuran untuk *S-Ratio* sama dengan kurva saturasi IRM, yaitu dengan melakukan magnetisasi terhadap sampel menggunakan *Electromagnetic Weiss* dan diukur intensitasnya menggunakan minispin magnetometer. Nilai *S-Ratio* diperoleh dari perbandingan $IRM_{0.3T}$ dan IRM_{1T} . Nilai *S-Ratio* kemudian diplot dengan kedalaman sampel, sehingga diketahui jenis mineral magnetik guano, apakah *hematite* atau *magnetite*. seperti pada Gambar 3 berikut:

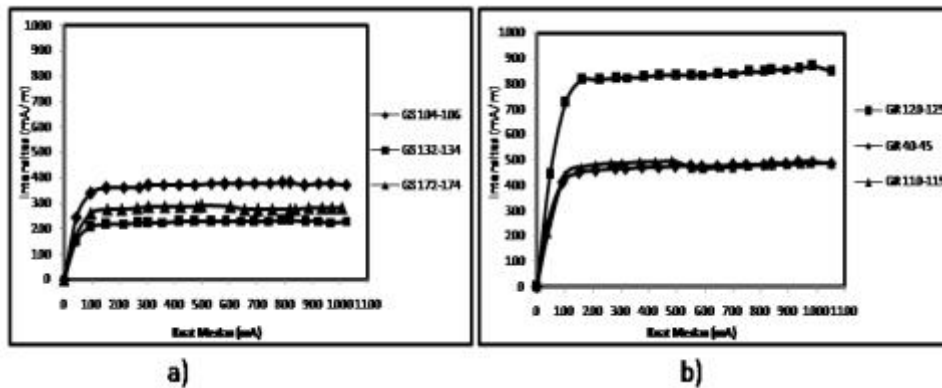


Gambar 3. Kurva *S-Ratio* (Kruiver: 2001)

HASIL PENELITIAN

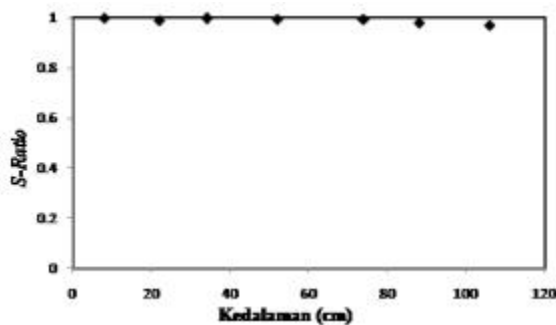
Hasil analisa menggunakan kurva saturasi IRM menunjukkan bahwa mineral utama yang terkandung pada guano Gua Solek dan Gua Rantai adalah *magnetite* (Fe_3O_4). Hal ini dilihat dari medan saturasi

sampel pada kurva saturasi IRM menunjukkan nilai 300 mT (Gambar 4a dan 4b). Menurut Butler (1998) jika medan saturasi 300 mT mengindikasikan bahwa jenis mineral magnetik yang dominan didominasi oleh jenis mineral *magnetite*.



Gambar 4. a) Kurva Saturasi IRM Gua Solek
b) Kurva Saturasi IRM Gua Rantai

Hasil pengukuran *S-Ratio* menunjukkan bahwa nilai *S-Ratio* 49 sampel guano Gua Solek adalah > 0.9 atau mendekati 1 (Gambar 5). Menurut Kruiver (2001) jika nilai *S-Ratio* mendekati 1 maka jenis mineral magnetik yang dominan terkandung pada sampel adalah jenis mineral *magnetite*.



Gambar 5. Kurva *S-Ratio* Gua Solek

PEMBAHASAN

Nilai intensitas magnetik Sampel guano Gua Solek dan Gua Rantai berbeda-beda, Gua Rantai memiliki nilai intensitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan Gua Solek. Nilai intensitas rata-rata untuk Gua

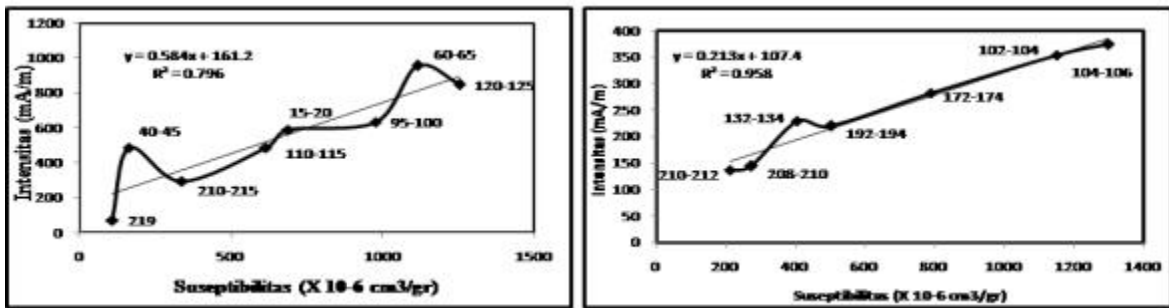
Solek yang tertinggi adalah 365.610 mA/m, sedangkan Gua Rantai memiliki intensitas rata-rata tertinggi 919.551 mA/m. Intensitas rata-rata terendah untuk Gua Solek adalah 131.402 mA/m, sedangkan Gua Rantai memiliki intensitas rata-rata terendah 65.469 mA/m.

Nilai intensitas sampel guano Gua Rantai dan Gua Solek untuk setiap kedalaman juga berbeda-beda, hal ini ditunjukkan pada Gambar 4a dan Gambar 4b. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa guano Gua Solek memiliki nilai intensitas yang berbeda-beda. Perbedaan nilai intensitas tersebut diperkirakan karena konsentrasi atau jumlah mineral magnetik pada guano juga berbeda-beda, hal ini ditandai dengan perbedaan nilai susceptibilitas magnetik guano Gua Solek dan Gua Rantai yang juga bervariasi.

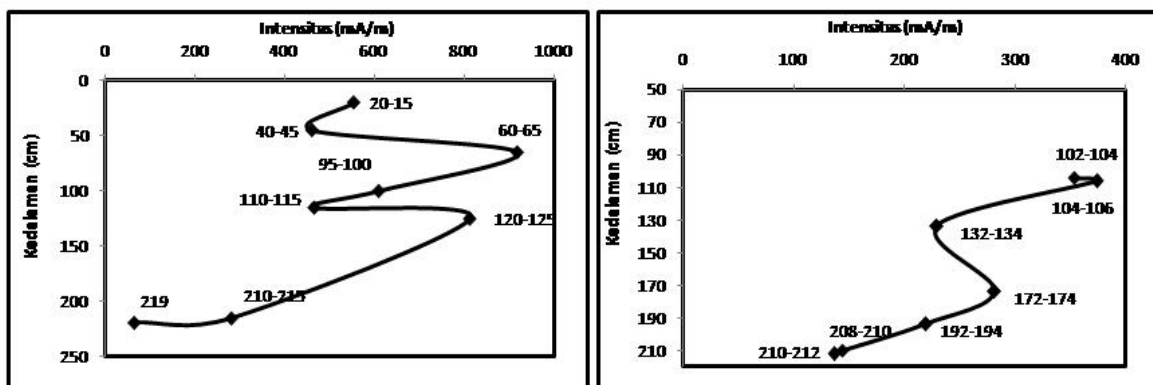
Jika diplot hubungan nilai susceptibilitas magnetik dengan nilai intensitas magnetik guano Gua Rantai seperti pada Gambar 6a, maka dapat dilihat untuk beberapa sampel semakin tinggi nilai susceptibilitas magnetik guano nilai intensitasnya juga semakin tinggi, kecuali pada guano GR 210-215,

GR 95-100, dan GR 120-125. Menurut Akram, et al (1998), SIRM merupakan parameter yang bergantung pada konsentrasi, nilai SIRM yang tinggi menunjukkan jumlah material ferromagnetik yang juga tinggi. Hubungan antara suseptibilitas dengan intensitas guano Gua Rantai dapat dilihat dari nilai koefisien korelasi (R) yaitu 0.892 atau 89.2%. Menurut Gunarto (2012) Persentase nilai koefisien korelasi yang berada pada rentang $0.7 < R < 0.9$ menunjukkan hubungan yang kuat. Diketahui bahwa antara konsentrasi mineral magnetik yang dilihat dari nilai suseptibilitas magnetik dengan intensitas magnetik guano Gua Rantai memiliki korelasi yang kuat.

Berdasarkan Gambar 6b terlihat bahwa untuk beberapa sampel semakin tinggi nilai suseptibilitas magnetiknya nilai intensitasnya juga semakin meningkat, kecuali guano GS 132-134. Hubungan antara suseptibilitas dengan intensitas guano Gua Solek dapat dilihat dari nilai koefisien korelasinya (R) yaitu 0.978 atau 97.8%. Menurut Gunarto (2012) persentase nilai koefisien korelasi pada rentang $0.9 < R < 1$ berarti bahwa terdapat korelasi yang sangat kuat. Berdasarkan nilai korelasi tersebut diketahui bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara suseptibilitas magnetik dengan intensitas magnetik guano Gua Solek.



a) Hubungan intensitas dengan suseptibilitas guano Gua Rantai
 b) Hubungan intensitas dengan suseptibilitas guano Gua Solek



a) Hubungan intensitas dengan kedalaman sampel guano Gua Rantai
 b) Hubungan intensitas dengan kedalaman sampel guano Gua Solek

Jika diplot hubungan antara intensitas magnetik dengan kedalaman sampel, maka diperoleh hubungan seperti yang terlihat

pada Gambar 7a dan 7b. Berdasarkan grafik hubungan antara intensitas dan kedalaman pada sampel guano Gua Solek

dan Gua Rantai pada Gambar 8a dapat dilihat dan Gambar 8b bahwa lapisan guano yang paling dasar atau paling bawah dari Gua Solek memiliki intensitas yang paling rendah. Pada guano Gua Solek nilai intensitas magnetik semakin kecil pada lapisan bawah. Hal ini sejalan dengan nilai susceptibilitas magnetik guano berdasarkan kedalamannya, dimana sampel dengan kedalaman paling bawah atau paling dasar nilai susceptibilitasnya kecil, dan semakin keatas lapisannya nilainya juga semakin besar, kecuali untuk beberapa sampel yaitu GS 132-134, GS 102-104, GR 120-125, GR 40-45, 20-15.

Nilai *S-Ratio* yang diperoleh dengan membandingkan $IRM_{0.3T}$ dengan IRM_{-1T} , kemudian diplot dalam bentuk grafik antara nilai *S-Ratio* dengan kedalaman. Hasil plot *S-Ratio* yang terlihat pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *S-Ratio* guano Gua Solek adalah > 0.9 atau mendekati 1. Jika pada suatu sampel hanya mengandung mineral dengan koersivitas rendah seperti *magnetite* maka *S-Ratio* harus sama dengan satu atau mendekati 1 (Kruiver, 2001). Hal ini berarti bahwa jenis mineral magnetik yang mendominasi pada guano Gua Solek berdasarkan nilai *S-Ratio* adalah jenis mineral *magnetite*. Sehingga diperoleh jenis mineral magnetik yang sama untuk semua guano gua solek yaitu jenis mineral *magnetite*.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini diketahui bahwa jenis mineral magnetik yang dominan pada sampel guano Gua Solek dan Gua Rantai melalui analisa dengan kurva saturasi IRM adalah *magnetite*. Begitu juga dengan analisa menggunakan *S-Ratio*, diketahui bahwa jenis mineral magnetik yang dominan pada guano Gua Solek adalah jenis mineral *magnetite*. Nilai intensitas untuk setiap guano berbeda-beda, dimana guano yang diambil pada kedalaman yang semakin dibawah intensitasnya semakin kecil, dan semakin keatas intensitasnya juga semakin besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Mila Novrilita S.Si dan Tiwi Olintika S.Si yang telah mengambil sampel guano yang digunakan pada penelitian ini. Terimakasih kepada Bapak Prof. Satria Bijaksana, Ph.D., Bapak Gerald Tamuntuan, Bapak waria, Ibu Eleonora Agustin, Ibu Erni Rahman, S.Si., M.Si., Bapak Waria, dan Ibu Dini atas ilmu dan bantuan-bantuan teknis selama penelitian berlangsung. Terimakasih kepada Nilam Sari S.Si. dan Dessupri Niarti S.Si. atas kerjasamanya sebagai rekan satu tim dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Akram, H., Yoshida, M., dan Ahmad, M.N. 1998. *Rock Magnetic Properties of Late Pleistocene Loess-Paleosol Deposits in Haro River Area, Attock Basin, Pakistan*. Earth Planets Space, **50**, 129-139.
- Bijaksana, S. (2002). *Analisa Mineral Magnetik dalam Masalah Lingkungan*. Bandung: Jurnal Geofisika, 1, 19-27.
- Bird, M, I. Boobyer, EM. Bryant, C. Lewis, AH.Paz, V dan Stephenus, WE. 2007. *A Long Record of Environmental Change From Bat Guano Deposits In Makangit Cave, Palawan, Philipines*: Earth and Enviromental Science transactions of the Royal of Edinburgh, 98, 59.69, 2007.
- Butler, R. F. 1998. *Paleomagnetism Magnetic Domains to Geologic Teranes*. Boston: Blackwell Scientific Publications.
- Hunt, C. P. 1991. *Handbook From The Environmrntal Magnetism Workshop*. Minneapolis: University Of Minnesota.

- Kruiver P. Pauline. Hilde F. Passier. 2001. *Coercivity analysis of magnetic phases in sapropel S1 related to variations in redox conditions, including an investigation of the S ratio*. An electronic Journal Of The Earth Sciences. Paper number 2001GC000181.
- Mufit, F. 2006. *Kajian tentang Sifat Magnetik Pasir Besi dari Pantai Sunur, Pariaman, Sumatera Barat*. Journal geofisika. Vol 1 : 1-5.
- Novrilita, M. 2010. *Kajian Superparamagnetik Guano berdasarkan Suseptibilitas Bergantung Frekuensi di Gua Batu Payung dan Gua Solek Kecamatan Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota*. Tugas Akhir S1 Jurusan Fisika FMIPA UNP. Padang.
- Olintika, T. 2010. *Kajian Suseptibilitas Magnetik Guano di Gua Solek dan Gua Batu Payung Kecamatan Lareh Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota*. Tugas Akhir S1 Jurusan Fisika FMIPA UNP. Padang. (Tidak Dipublikasikan).
- Rizali. 2006. " *Penentuan Jenis Mineral Magnetik pada Polutan Akibat Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Isothermal Remanent Magnetization (IRM)*. Tugas Akhir S1 Jurusan Fisika FMIPA UNP. Padang. (Tidak Dipublikasikan).
- Rifai, H., dkk. 2010. *Konsistensi Sifat Magnetik Guano dari Goa Kelelawar di Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat*. Prosiding Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN Wilayah Barat ke-21, 10 sampai dengan 11 mei 2010. Hlm1-9.