

Estimasi Ukuran Bulir Mineral Magnetik pada Batuan Peridotit Berdasarkan Peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization (ARM)*

Rina Reida¹⁾, Sudarningsih²⁾ dan Totok Wianto²⁾

Abstract: A decaying measurement of *Anhyseretic Remanent Magnetization (ARM)* has been undertaken to estimation the grain size of magnetic mineral which carries remanent on peridotite igneous rocks. The samples are taken from Desa Aranio, Kabupaten Banjar, South Kalimantan. The samples are taken in a cylinder from with the diameter 2.54 cm and 2.2 cm in length by using *Drill Model D026-C*. The giving, measuring and decaying process of ARM is done by *Molspin AF Demagnetizer*, *partial Anhyseretic Remanent Magnetization (pARM)*, and *Minispin Magnetometer*. The estimation of grain size of magnetic mineral is obtained by seeing ARM intensity decaying curve towards magnetic field shown by the samples of peridotite igneous rocks. The ARM intensity decaying curve show that the estimated peridotite rocks in research are dominated by *multidomain* and the size are big, whereas the distribution of the grain size is larger than 200 μm .

Keywords: peridotit, *Anhyseretic Remanent Magnetization (ARM)*, magnetic grain size, *multidomain*

PENDAHULUAN

Kajian kemagnetan pada batuan atau mineral alamiah yang memanfaatkan rekaman medan magnetik bumi pada batuan, ketika batuan tersebut terbentuk telah dikaji secara mendalam dalam bidang paleomagnetik atau kemagnetan purba oleh Bijaksana (2002) dan Ngkoimani dkk (2004) dengan sampel berupa batuan andesit. Jenis batuan lain yang dapat digunakan dalam kajian paleomagnetik ini adalah batuan beku jenis peridotit. Batuan peridotit juga termasuk batuan beku intrusif (batuan beku dalam) yang ukuran bulirnya relatif

lebih besar (kasar) dibandingkan bulir-bulir pada batuan ekstrusif (Sapiie dkk, 200). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Zhao (1996) dan Lawrence dkk (1995) terhadap batuan peridotit menunjukkan bahwa batuan peridotit mengandung mineral *magnetite*, yang merupakan salah satu mineral magnetik. Mineral magnetik ini akan merekam arah medan magnetik bumi ketika batuan tersebut mulai terbentuk.

Kualitas rekaman medan mag-netik bumi pada batuan dapat dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu bentuk dan ukuran bulir

1) Mahasiswa Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

2) Staf Pengajar Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

mineral magnetik. Ukuran bulir ini mempengaruhi keadaan domain magnetik pada mineral pembawa magnetisasi remanen. Bulir-bulir mineral magnetik berukuran kecil cenderung akan memiliki domain magnetik tunggal (*single domain*) atau domain tunggal semu (*pseudo single domain*). Magnetisasi pada bulir *single domain* dan *pseudo single domain* cenderung memberikan informasi lebih akurat dalam kajian paleomagnetik karena memiliki magnetisasi yang lebih stabil, dibandingkan bulir magnetik berukuran besar yang mempunyai domain yaitu *multidomain*, cenderung tidak akurat (Ngkoimani dkk, 2004).

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengestimasi ukuran bulir mineral magnetik adalah dengan metode non-mikroskopik. Metode ini merupakan cara mengetahui ukuran bulir magnetik secara tidak langsung yaitu salah satunya dengan menggunakan tes Lowrie-Fuller. Metode ini dilakukan dengan cara melakukan magnetisasi artifisial dalam bentuk ARM (*Anhyseretic Remanent Magnetization*). Dimana hasil peluruhan ARM dapat memberikan informasi tentang estimasi

ukuran bulir magnetik dan domain magnetiknya (Mufit dkk, 2006).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui domain magnetik dan memperkirakan ukuran bulir mineral magnetik yang terkandung dalam batuan beku jenis peridotit yang berasal dari Desa Aranio, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan.

Menurut Sikumbang dan Heryanto (1994) keadaan geologi tempat pengambilan sampel yaitu di Desa Aranio, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan termasuk dalam kompleks akresi Bobaris-Meratus, Kalimantan Selatan. Komplek akresi tersebut disusun batuan dasar berupa batuan malihan, batuan mafik-ultramafik (peridotit, gabro, basalt) yang secara tektonik ditutupi oleh produk vulkanik, magmatik kapur (Formasi Pitap), dan endapan volkanistik kapur (Formasi Haruyan/Manunggul). Secara tidak selaras di atasnya ditutupi endapan sedimen tersier dan kuartar.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Gaol dkk (2005), di daerah Karang Intan - Aranio - Riam Kanan - Pa'u yang merupakan sisi utara Pegunungan Meratus terdapat batuan peridotit, batuan malihan yang diperkirakan sebagai alas dari

batuan peridotit yang tersingkap akibat erosi tektonik pada batuan peridotit di atasnya, batuan peridotit yang telah mengalami serpentinisasi, dan batuan granitik. Anak Sungai Riam Kanan di Desa Aranio juga terdapat batuan amfibolit yang dihasilkan dari proses metamorfisme batuan peridotit.

Atom-atom yang membentuk semua material mengandung elektron-elektron yang bergerak dan elektron-elektron ini membentuk simpal-simpal arus mikroskopik yang menghasilkan medan magnetiknya sendiri, dengan kata lain kemagnetan disebabkan oleh gerakan-gerakan elektron dalam orbitalnya dan gerakan-gerakan elektron yang berhubungan satu sama lainnya. Dalam banyak material, arus-arus ini diorientasikan secara acak dan tidak menyebabkan medan magnetik netto, tetapi dalam beberapa material sebuah medan luar (medan yang dihasilkan oleh arus di luar material) dapat menyebabkan simpal-simpal ini terorientasi dalam arah medan, sehingga medan magnetiknya ditambah pada medan luar tersebut, maka dikatakan bahwa material ini mengalami magnetisasi (Sears dan Zemansky, 2004). Bahan-bahan di

alam berdasarkan perilaku molekulnya terhadap medan magnetik luar terdiri atas tiga kategori yakni paramagnetik, diamagnetik dan feromagnetik. Material paramagnetik dan diamagnetik tanpa adanya magnetisasi tidak akan bersifat magnetik. Sedangkan bahan feromagnetik memiliki sifat magnetik jangka panjang apabila berada di bawah suhu Curie. Material feromagnetik biasa digunakan menjadi magnet permanen (seperti besi). Material yang memiliki sifat magnetik lemah biasa disebut sebagai nonmagnetik (Moskowitz, 2009). Bahan paramagnetik dan feromagnetik memiliki molekul dengan momen dipol magnetik permanen, sedangkan diamagnetik molekulnya tidak mempunyai momen magnetik permanen (Tipler, 2001).

Diamagnetik adalah salah satu bentuk magnet yang cukup lemah. Bahan diamagnetik ketika ditempatkan dalam medan magnet, memiliki momen magnet yang menyebabkan dalam dirinya melawan arah medan magnet dari luar. Sifat ini sekarang diketahui sebagai hasil arus listrik yang disebabkan dalam atom dan molekul tunggal.

Arus ini menghasilkan momen magnet yang melawan medan magnet luar. Beberapa bahan diamagnetik yang paling kuat adalah logam bismuth dan molekul organik seperti benzena (Sartono, 2006).

Bahan-bahan diamagnetik terdiri atas atom-atom yang tidak memiliki momen magnetik permanen. Ketika diberi medan luar, akan menghasilkan magnetisasi negatif dan ini adalah suseptibilitas negatif (Moskowitz, 2009).

Paramagnetik adalah bahan-bahan yang memiliki suseptibilitas magnetik yang positif dan sangat kecil. Paramagnetisme muncul pada bahan yang atom-atomnya memiliki momen magnetik permanen yang berinteraksi satu sama lain secara sangat lemah. Apabila tidak ada medan magnetik luar, momen magnetik ini akan berorientasi acak. Adanya medan magnetik luar, momen magnetik ini cenderung menyearahkan sejajar dengan medannya, tetapi ini dilawan oleh kecenderungan momen untuk berorientasi acak akibat gerakan termalnya. Perbandingan momen yang menyearahkan dengan medan ini bergantung pada kekuatan medan dan temperatur (Tipler, 2001).

Paramagnetik tidak seperti ferromagnetik yang juga tertarik oleh medan magnet, paramagnetik tidak mempertahankan sifat magnetiknya sewaktu medan magnet eksternal tak lagi diterapkan (<http://id.wikipedia.org>). Kebanyakan material paramagnetik tarikannya sangat lemah karena pengacakan termal dari momen magnetik atom tersebut. Dengan demikian di atas temperature Curie bahan ferromagnetik akan berubah menjadi paramagnetik (Sartono, 2006).

Bahan ferromagnetik merupakan bahan yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik (χ) positif yang sangat tinggi, namun bahan ini akan berubah menjadi bahan paramagnetik jika diberikan gangguan berupa pemberian suhu yang relatif tinggi melebihi suhu Curie. Dalam bahan-bahan ini sejumlah kecil medan magnetik luar dapat menyebabkan derajat yang tinggi pada momen dipol magnetik atomnya (Tipler, 2001).

Pada material ferromagnetik, bila tidak ada medan luar yang dipakai maka magnetisasi domain diorientasikan secara acak, tetapi bila sebuah medan hadir, maka domain-domain itu cenderung mengorientasikan dirinya paralel

terhadap medan tersebut. Jika medan luar ditambah, sebuah tahapan tertentu pada akhirnya dicapai dimana hampir semua momen magnetik dalam material feromagnetik itu diujarkan paralel dengan medan luar tersebut. Kondisi ini dinamakan magnetisasi saturasi, setelah tahapan ini dicapai, penambahan medan luar lebih jauh tidak akan menambah magnetisasi (Sears dan Zemansky, 2004).

Material feromagnetik, menahan gaya magnet ketika medan magnet eksternal dihilangkan atau dikurangi. Efek ini adalah hasil dari interaksi kuat antara momen magnet atom-atomnya atau elektron dalam substansi magnetik yang menghasilkan momen magnet sejajar satu terhadap yang lain. Biasanya material feromagnetik dibagi ke dalam daerah-daerah disebut domain, dalam setiap domain, momen atomiknya memiliki arah yang sejajar satu dengan yang lain. Jika diberi medan dari luar kemudian medan dikurangi hingga menjadi nol maka bahan feromagnetik menunjukkan kurva histerisis (Sartono, 2006).

Batuan peridotit merupakan salah satu jenis batuan beku. Batuan beku adalah batuan yang terbentuk langsung dari pembekuan

dan kristalisasi magma. Proses pembekuan tersebut merupakan proses perubahan fase dari fase cair menjadi fase padat. Pembekuan magma akan menghasilkan kristal-kristal mineral primer ataupun gelas. Proses pembekuan magma berpengaruh terhadap tekstur dan struktur primer batuan, sedangkan komposisi batuan sangat dipengaruhi oleh sifat magma asal (Sapiie dkk, 2006).

Magma dapat mendingin dan membeku di bawah atau di atas permukaan bumi. Bila membeku di bawah permukaan bumi, terbentuklah batuan beku dalam atau batuan intrusif (batuan beku plutonik). Sedangkan bila magma dapat mencapai permukaan bumi kemudian membeku, terbentuklah batuan beku luar atau batuan beku ekstrusif (Sapiie dkk, 2006).

Batuan peridotit termasuk batuan beku dalam atau batuan beku intrusif. Tubuh batuan beku dalam mempunyai bentuk dan ukuran yang beragam, tergantung kondisi magma dan batuan sekitarnya. Batuan beku juga memiliki jenis batuan yang berbeda, berdasarkan pada komposisi mineral pembentuknya dan jenis batuan beku yang berupa batuan peridotit memiliki kandungan mineral kuarsa

yang paling sedikit diantara jenis batuan beku lainnya seperti granit, granodiorit, diorit dan gabro (Sapiie dkk, 2006).

Batuan peridotit merupakan batuan beku ultrabasa yaitu batuan beku yang mengandung $<45\%$ SiO_2 , kandungan $\text{MgO} >18\%$, rendah akan kandungan Kalium dan umumnya kandungan mineral mafiknya $>90\%$, sehingga memberikan warna yang lebih gelap atau sering disebut batuan beku ultra mafik. Komposisi mineral utama dari batuan peridotit ini adalah olivin dan piroksin, sedangkan mineral tambahannya berupa Ca feldspar. Tekstur dari batuan peridotit adalah faneritik yaitu memiliki butir yang cukup besar, dan memperlihatkan besar kristal yang hampir seragam dan saling mengunci (Sapiie dkk, 2006).

Dilihat dari komposisi unsur dan mineral yang terkandung dalam batuan peridotit, batuan ini mengandung mineral magnetik yang menentukan sifat magnetik batuan tersebut. Berdasarkan kandungan mineral magnetik yang dikandung batuan peridotit, mineral ini dalam kondisi setimbang akan merekam atau mengarah ke arah medan magnetik bumi ketika batuan tersebut mulai terbentuk. Pada saat

batuan mulai mengeras, rekaman akan terkunci hingga kini. Batuan ini dapat digunakan sebagai sampel dalam kajian paleomagnetik pada suatu daerah (Gambar 1).



Gambar 1. Batuan Peridotit

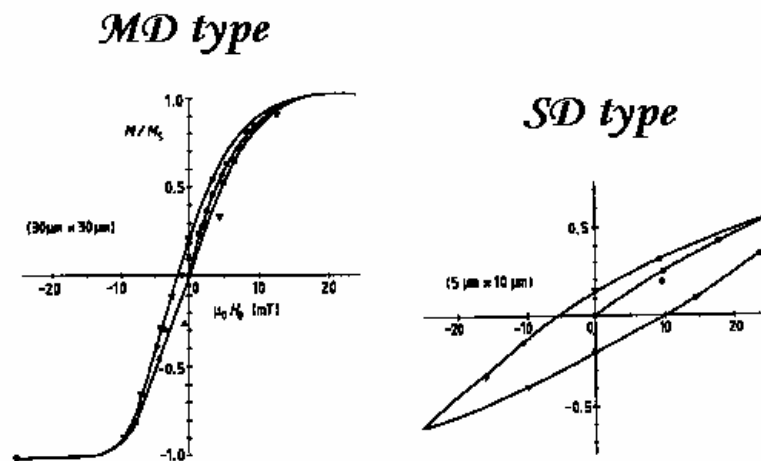
Salah satu penentu sifat magnetik dari mineral-mineral magnetik adalah ukuran bulir mineral magnetik. Ukuran bulir-bulir mineral tersebut secara umum dikelompokkan dalam domain magnetik. Setiap mineral magnetik mengandung domain magnetik. Suatu material magnetik dapat mengalami magnetisasi secara spontan dikarenakan adanya daerah-daerah kecil yang biasa disebut domain magnetik, domain-domain ini berukuran kecil (1 – 100 mikron). Keberadaan dari domain-domain ini ditunjukkan oleh beberapa sifat-sifat magnetik, koersitifitas, dan remanen yang berhubungan dengan ukuran bulir (Moskowitz, 2009).

Domain adalah daerah di dalam kristal dimana semua sel

satuan pada daerah tersebut memiliki orientasi magnetik yang sama. Dalam daerah ini, semua momen magnetik disearahkan, tetapi arah penyearahannya beragam dari daerah ke daerah (Tipler, 2001). Secara garis besar ada 3 macam domain magnetik yaitu *single domain* (SD), *multidomain* (MD) dan *pseudo single domain* (PSD).

Batasan antara *single domain*, *pseudo single domain* dan *multidomain* untuk masing-masing mineral magnetik berbeda-beda. Sebagai contoh *magnetite* akan bertipe *single domain* jika diameternya $< 0.1 \mu\text{m}$ dan bertipe

multidomain jika diameternya $> 10 \mu\text{m}$. Untuk *magnetite*, perkiraan terbaik untuk ukuran peralihan adalah sekitar 80 nm. Untuk *hematite*, ukuran peralihan dari SD ke MD adalah jauh lebih besar (15 juta), terutama karena magnetisasi saturasi itu adalah sekitar 200 kali lebih rendah dari *magnetite*. Ukuran bulir sangat berpengaruh pada sifat magnetik bahan. *Single domain* sangat bersifat stabil terhadap pengaruh medan luar sedangkan multi domain tidak stabil terhadap pengaruh medan luar. Kestabilan tersebut sangat berpengaruh pada sifat magnetik bahan magnetik.



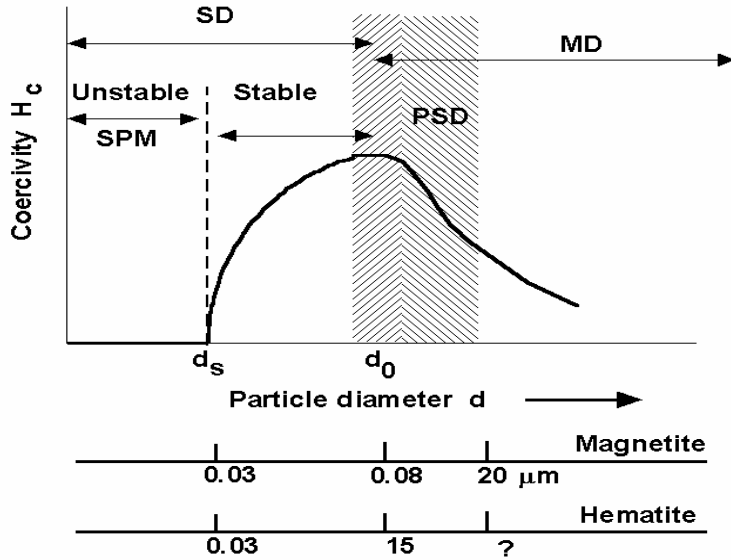
Gambar 2. Kurva histeresis untuk bulir magnetik MD dan SD (Dunlop dan Ozdemir, 1997)

Pada dasarnya domain dapat digambarkan sebagai pembagian wilayah dalam bulir magnetik. Wilayah tersebut adalah tempat

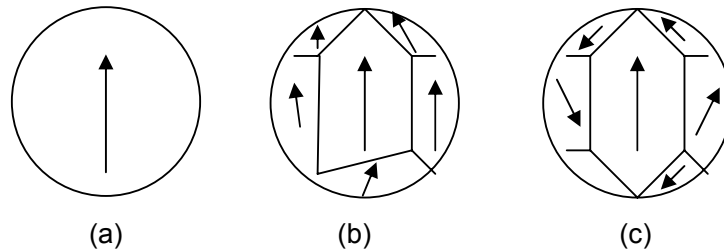
dimana momen magnetik berada. Pada *multidomain*, wilayah tersebut dapat mengarah secara acak sehingga neto dari momen magnetik

dapat kecil atau nol. Untuk *single domain*, neto momen magnetiknya besar karena wilayahnya hanya satu dalam arah tertentu. Pembagian ke dalam banyak domain, domain-domain yang berdekatan tidak dapat

terhubung satu sama lainnya karena adanya daerah transisi antar domain yaitu dinding domain. Dinding domain adalah penghubung antara daerah-daerah yang magnetisasinya memiliki arah yang berbeda.



Gambar 3. Grafik hubungan antara koersifitas dengan diameter partikel dan batasan ukuran bulir SD, PSD dan MD untuk mineral *magnetite* dan *hematite* (Moskowitz, 2009).



Gambar 4. Penggambaran domain magnetik sebagai pembagian wilayah dalam bulir mineral magnetik
(a) *Single domain* (b) *Pseudo single domain* (c) *Multidomain*

Secara umum, bentuk bulir magnetik berpengaruh pada magnetisasi. Untuk bulir magnetik lonjong, intensitas magnetisasi akan lebih besar dalam arah

sumbu panjang. Sementara itu untuk bulir bulat atau uniform, intensitas magnetisasi akan sama dalam setiap sumbu. Dalam kasus material alam, dimana terdiri dari berbagai

macam bentuk bulir magnetik, pengaruh setiap bentuk bulir magnetik pada intensitas magnetisasi sulit untuk diketahui.

Bulir-bulir yang kecil ($<0,1 \mu\text{m}$ bagi *magnetite*) cenderung mempunyai domain tunggal (*single domain* atau SD), sementara bulir yang lebih besar mempunyai domain jamak (*multidomain* atau MD). Bulir SD mempunyai sifat yang sangat berbeda dengan bulir MD. Misalnya, dua bulir magnetik berbentuk ellipsoid, masing-masing SD dan MD. Untuk bulir MD arah suseptibilitas magnetik mempunyai harga maksimum pada arah sejajar sumbu panjang ellipsoid, sementara untuk bulir SD justru sebaliknya. Bulir SD, arah suseptibilitas maksimum justru berarah tegak lurus terhadap sumbu panjang (Bijaksana, 2004).

Eksperimen menunjukkan perbedaan respon berbagai ukuran bulir magnetik terhadap medan ARM dan ARM dapat mempengaruhi distribusi bulir magnetik (Dunlop dan Ozdemir, 1997). ARM memiliki ketergantungan terhadap ukuran bulir mineral magnetik. ARM dapat mempengaruhi penjajaran momen-momen magnetik bulir secara efisien pada bulir-bulir di <1 mikron dan bulir $>15 \text{ mm}$ (Amerigian, 1977).

Natural Remanen Magnetization (NRM) merupakan magnetisasi remanen alamiah yang telah ada dalam batuan sebelum perlakuan laboratorium. NRM ini mengandung lebih dari satu komponen yang sangat tergantung pada medan geomagnetik dan proses geologi selama pembentukan batuan dan setelah pembentukan batuan. NRM total merupakan jumlah dari NRM primer dan NRM sekunder. NRM primer diperoleh pada saat pembentukan batuan, sedangkan NRM sekunder diperoleh setelah pembentukan batuan (Butler, 1992).

Dalam pemberian medan luar dapat dilakukan dengan memberikan medan bolak balik yang kuat pada sampel bersamaan dengan medan searah yang kecil. Medan magnetik bolak-balik yang tinggi akan mengacaukan arah momen magnetik tidak stabil dan menurunkan intensitas magnetik sampel, tapi dengan melapiskan medan searah walaupun kecil akan memperkuat intensitas magnetik. Magnetisasi ini disebut *anhysteretic remanent magnetization* (ARM) (Dunlop dan Ozdemir, 1997). ARM yang diperoleh oleh suatu sampel batuan biasanya paralel dengan medan searah dan intensitasnya

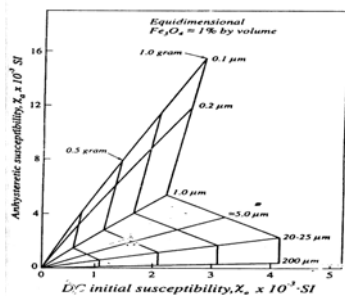
merupakan fungsi dari intensitas kedua medan yang diberikan. ARM pada suatu contoh batuan juga tergantung pada orientasi relatif antara medan searah dan kerapatan partikel magnetik (Winkler dan Sagnotti, 1994).

Intensitas ARM bergantung pada arah relatif medan bolak-balik (H) dan medan searah (H_0) yang diberikan. Jika H_0 sejajar dengan H , maka lebih dari 50% momen magnetik akan terpolarisasi dan menghasilkan netto remanen yang searah dengan arah H_0 . Jika H_0 tegak lurus terhadap H , tidak terjadi polarisasi. Momen-momen yang diblok dalam orientasi yang berbeda, tidak tepat anti sejajar tapi mempunyai netto resultan intensitas ARM yang searah H_0 . Secara eksperimen diperoleh bahwa ARM yang sejajar akan dua kali lebih kuat dibandingkan dengan ARM yang tegak lurus. Intensitas ARM dapat memberikan informasi tentang distribusi ukuran bulir dalam mineral magnetik, dengan membandingkan *anhysteretic susceptibility* terhadap *DC initial susceptibility*. Hasil eksperimen ini dapat dilihat pada Gambar 5 (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

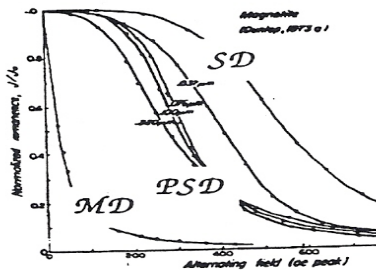
Identifikasi ukuran bulir dan domain magnetik sampel dapat juga

diketahui melalui kurva peluruhan intensitas ARM dengan melakukan proses demagnetisasi (Mufit dkk, 2006). Kurva peluruhan AF demagnetisasi ARM ini dapat membedakan partikel SD/PSD dan MD, yang dikenal dengan test Lowrie-Fuller, dapat dilihat pada Gambar 4. Lowrie dan Fuller mengusulkan suatu tes berdasarkan demagnetisasi AF yang dapat diaplikasikan terhadap NRM secara langsung dan akan cepat menyeleksi batuan beku dengan SD yang diinginkan. Berdasarkan observasi bahwa kurva normalisasi demagnetisasi AF dari medan lemah dan kuat TRM memiliki perbedaan hubungan untuk bulir SD dan bulir besar MD dari magnetite. Dalam penelitian laboratorium tes ini sering menggunakan medan lemah ARM sebagai pengganti medan lemah TRM (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

Semakin kecil ukuran bulir magnetik menunjukkan kemiringan semakin tajam pada kurva peluruhan tersebut atau dengan kata lain bulir SD memiliki kurva peluruhan intensitas ARM berbentuk sigmoid dan multidomain memiliki kurva peluruhan intensitas ARM eksponensial. Bulir kecil memiliki respon yang lebih besar terhadap medan ARM (Dunlop dan Ozdemir, 1997).



Gambar 5. Distribusi ukuran bulir mineral *magnetite* berdasarkan metode King dkk (1882) (Dunlop dan Ozdemir, 1997)



Gambar 6. Tes Lowrie-Fuller (Dunlop dan Ozdemir, 1997)

METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah palu geologi, kompas, plastik sampel, pemotong batuan, bor batu *Drill Model D026-C*, *Molspin Alternating Field (AF) Demagnetizer*, *Minispin Magnetometer*, *pARM (Partial Anhysteretic Remanent Magnetization)*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batuan peridotit yang berasal dari Desa Aranio, Kalimantan Selatan. Prosedur penelitian yang dilakukan untuk mengestimasi ukuran bulir

mineral magnetik yang terkandung pada batuan beku jenis peridotit berdasarkan pengukuran peluruhan ARM adalah:

(1). Pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel, pada dasarnya mengikuti standar sampling paleomagnetik yang lazim (Tauxe, 1998). Sebelum sampel diambil, sampel diorientasikan terlebih dahulu arah utaranya dengan menggunakan kompas. Kemudian sampel diambil dalam bentuk silinder *core* berdiameter 2,54 cm dengan menggunakan *Drill Model D026-C*.

(2). Preparasi Sampel

Pemotongan sampel dengan ukuran standar siap diukur yaitu dalam bentuk silinder *core* berdiameter 2,54 cm dan panjang 2,2 cm (Tarling dan Hrouda, 1993). Sampel dipotong dengan menggunakan pemotong batuan.

(3). Pemberian dan Peluruhan ARM

Tabel 1. Intensitas awal NRM dan ARM sampel batuan peridotit

Sampel	Intensitas NRM (mA/m)	Intensitas ARM (mA/m)
1	1,0793	1,9432
2	0,3119	0,4732
5	0,2131	0,7479
6	0,5584	1,2415
8	0,4225	0,4341
10	0,5636	0,6585

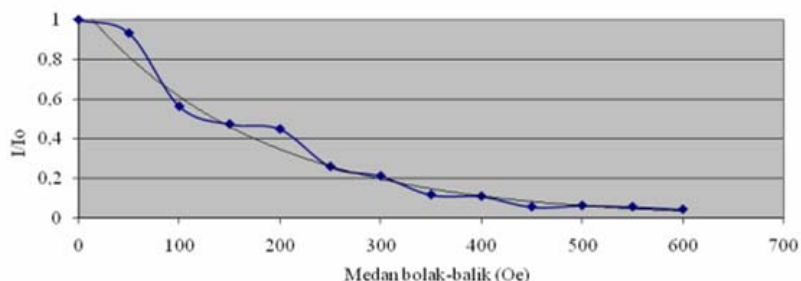
Secara umum, saat dilakukan peluruhan terhadap intensitas ARM pada sampel, intensitasnya meluruh cukup cepat pada langkah-langkah awal demagnetisasi yaitu pada medan yang relatif rendah. Sedangkan pada demagnetisasi selanjutnya peluruhan nilai intensitas ARM relatif kecil dan cenderung stabil sampai pada pemberian medan tertinggi yaitu 900 Oe.

Berdasarkan hasil peluruhan ARM yang telah dilakukan terhadap sampel peridotit yang berasal dari Desa Aranio, maka diperoleh kurva peluruhan ARM. Kurva peluruhan ARM ini merupakan hasil plot antara perbandingan intensitas dengan

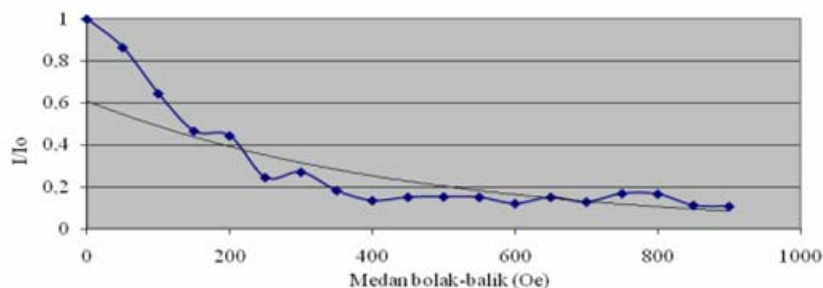
intensitas awal (I/I_0) terhadap medan bolak-balik (H) yang diberikan.

Kurva peluruhan ARM dari sampel batuan peridotit, terlihat kecenderungan bentuk kurva yang dihasilkan adalah eksponensial seperti Gambar 7-12.

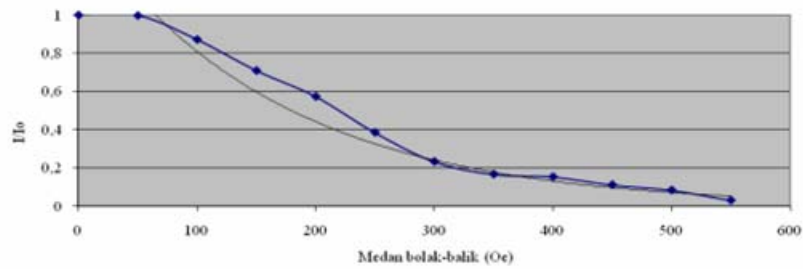
Pada penelitian ini juga dilakukan demagnetisasi terhadap NRM, sehingga kurva peluruhan intensitasnya adalah perbandingan intensitas dengan intensitas awal (I/I_0) terhadap medan bolak-balik. Sampel yang didemagnetisasi NRMnya adalah sampel 4 dan 9, dengan intensitas awal NRM untuk masing-masing sampel adalah 0,3552 mA/m dan 0,5636 mA/m.



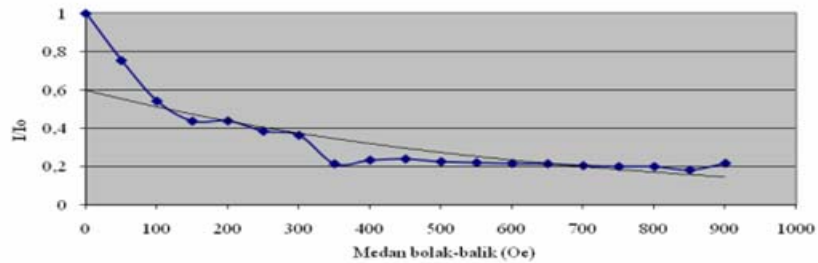
Gambar 7. Kurva peluruhan ARM pada sampel 1



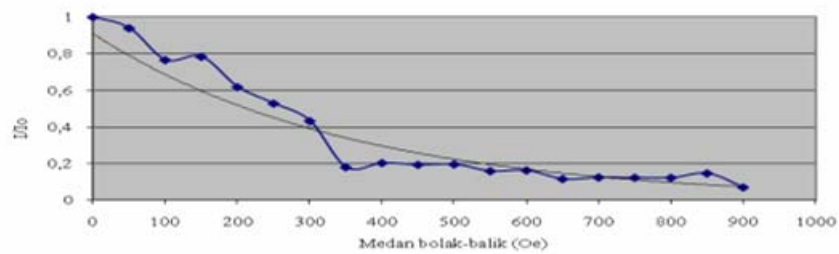
Gambar 8. Kurva peluruhan ARM pada sampel 2



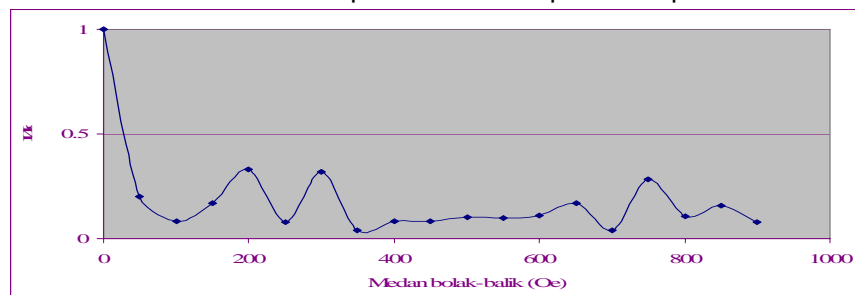
Gambar 9. Kurva peluruhan ARM pada sampel 5



Gambar 10. Kurva peluruhan ARM pada sampel 6



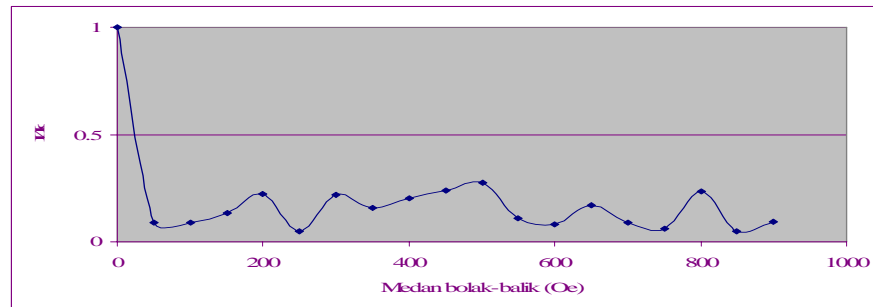
Gambar 11. Kurva peluruhan ARM pada sampel 8



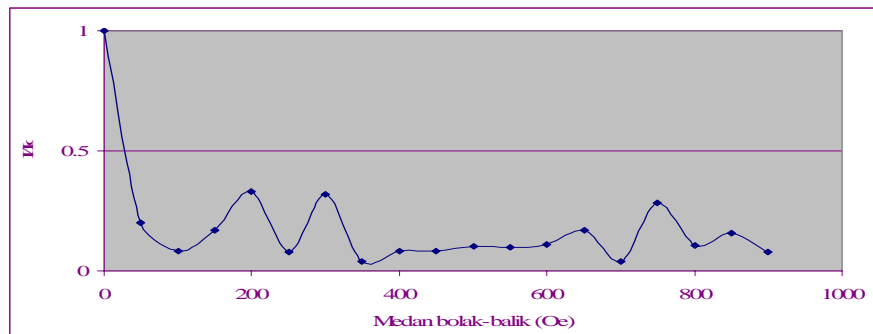
Gambar 12. Kurva peluruhan ARM pada sampel 10

Berdasarkan kurva peluruhan NRM diketahui kestabilan magnetisasi remanen sampel. Pada kurva peluruhan NRMnya terlihat bahwa

intensitas NRM kedua sampel turun drastis pada tahap awal demagnetisasi. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Kurva peluruhan NRM pada sampel 4



Gambar 14. Kurva peluruhan NRM pada sampel 9

Sampel yang telah diberikan *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM), memiliki nilai intensitas yang lebih besar dibandingkan nilai intensitas awalnya atau sebelum pemberian ARM. Hal ini disebabkan pada saat pemberian ARM selain diberikan medan bolak-balik juga diberikan medan searah, dengan pemberian medan searah ini momen-momen magnetik yang terdapat dalam domain magnetik akan cenderung mengorientasikan dirinya paralel terhadap medan searah tersebut. Sehingga intensitas magnetiknya menjadi bertambah

besar dari pada intensitas mula-mula (Tipler, 2001). Untuk mengetahui lebih jelas tentang domain magnetik, maka dilakukan peluruhan terhadap ARM yang telah diberikan.

Setelah dilakukan peluruhan terhadap intensitas ARM pada 6 sampel yaitu sampel 1, 2, 5, 6, 8, dan 10, pada sampel 1 terlihat bahwa saat diberi medan AF yang rendah yaitu 50 Oe (tahap awal demagnetisasi) intensitasnya meluruh relatif kecil, tetapi setelah pemberian medan AF 100 Oe intensitasnya meluruh cukup besar yaitu dari 1,8119 mA/m menjadi

1,094 mA/m. Kemudian pada saat pemberian medan 150 - 200 Oe peluruhan intensitasnya kembali relatif kecil. Tahap demagnetisasi selanjutnya dari medan 200 – 350 Oe intensitasnya meluruh cukup besar. Tetapi pada saat pemberian medan AF yang semakin besar sekitar ≥ 400 Oe peluruhannya lebih cenderung lebih stabil. Kurva peluruhannya dapat dilihat pada Gambar 7.

Dilihat dari kurva peluruhannya (Gambar 8) pada sampel 2 peluruhan intensitasnya relatif lebih cepat pada awal-awal tahap demagnetisasi yaitu dari pemberian medan AF 50 - 300 Oe. Tahap demagnetisasi selanjutnya menunjukkan peluruhan intensitas yang relatif kecil atau cenderung lebih stabil. Hal ini juga terjadi pada sampel 5, yaitu pada tahap awal demagnetisasi intensitasnya turun relatif cepat dan pada saat pemberian medan yang lebih besar sekitar 400 - 900 Oe peluruhan intensitasnya relatif stabil. Untuk lebih jelas dapat dilihat kurva peluruhannya pada Gambar 9.

Sedangkan sampel 6, saat pemberian medan AF 50 Oe peluruhannya relatif kecil, tetapi pada saat diberikan medan AF 100 - 300 Oe intensitas meluruh cukup

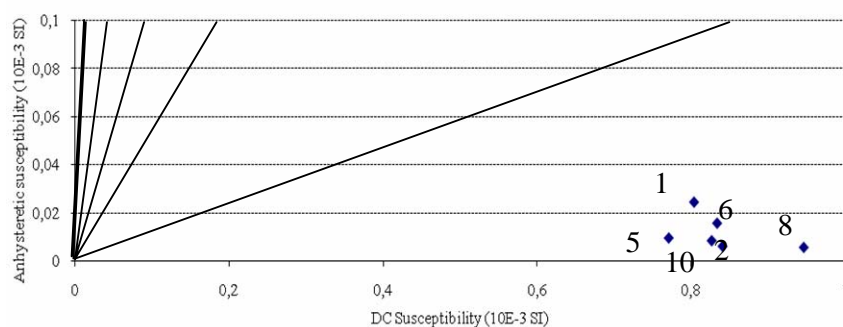
cepat. Kemudian didemagnetisasi sampai medan 550 Oe menunjukkan peluruhan yang relatif kecil. Kurva peluruhan dapat dilihat pada Gambar 10. Pada sampel 8 dan 10 intensitasnya meluruh relatif cepat pada saat pemberian medan yang rendah yaitu sampai pada pemberian medan AF 350 Oe, sedangkan pada pemberian medan di atas 350 Oe peluruhan intensitasnya relatif stabil, hal ini dapat terlihat jelas pada kurva peluruhan ARMnya (Gambar 11 dan 12).

Berdasarkan bentuk kurva peluruhan *Anhyseretic Remanent Magnetization* (ARM), terlihat bahwa sampel batuan peridotit yang berasal dari Desa Aranio pada umumnya ketika diberi medan yang rendah ≤ 300 Oe intensitas ARM meluruh cukup besar dan pada saat pemberian medan AF yang lebih tinggi intensitas ARM meluruh relatif kecil atau stabil, sehingga dihasilkan bentuk kurva peluruhan yang cenderung berbentuk eksponensial. Berdasarkan hasil eksperimen Lowrie-Fuller tentang demagnetisasi terhadap ARM, jika kurva yang dihasilkan berbentuk eksponensial maka diperkirakan mineral magnetiknya mempunyai bulir-bulir magnetik yang berukuran besar dan

bersifat *multidomain*. Jadi, sampel batuan peridotit di daerah Aranio mengandung mineral magnetik yang didominasi oleh bulir-bulir magnetik berukuran besar dan bersifat *multidomain*.

Hasil pengukuran peluruhan ARM ini juga didukung oleh hasil estimasi ukuran bulir melalui hasil plot antara *anhysteretic susceptibility* terhadap *DC susceptibility*. Berdasarkan hasil plot tersebut dan hasil eksperimen King dkk (1982) maka dapat diperkirakan bahwa mineral magnetik yang terdapat pada 6 sampel batuan peridotit Aranio

(sampel 1, 2, 5, 6, 8, dan 10) memiliki distribusi ukuran bulir lebih dari 200 μm . Sedangkan untuk melihat keadaan domainnya, dapat disesuaikan dengan eksperimen yang dilakukan oleh Lowrie dan Fuller (Dunlop dan Ozdemir, 1997) tentang pemberian AF Demagnetisasi terhadap NRM pada mineral *magnetite*. Sehingga berdasarkan eksperimen Lowrie dan Fuller tersebut untuk bulir magnetik berukuran lebih dari 200 μm memiliki domain magnetik *multidomain* dengan bentuk kurva eksponensial. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil plot sampel yang diberi perlakuan ARM (dari garis yang paling curam berturut-turut bernilai 0,1, 0,2, 1, 5, 20 - 25 dan 200 μm)

Kurva peluruhan NRM dari sampel 4 dan 9 (Gambar 12 dan 13), menunjukkan bahwa ternyata sampel batuan peridotit di daerah Aranio cenderung mempunyai magnetisasi yang tidak stabil, hal ini ditandai dengan kurva penurunan intensitas

yang langsung *drop* pada langkah pertama demagnetisasi dan MDF (*median destructive field*) kurang dari 100 Oe. Ketidakstabilan magnetisasi ini juga menunjukkan bahwa mineral magnetik pada sampel batuan peridotit didominasi

oleh ukuran bulir magnetik berupa *multidomain* (MD). Pada sampel 3 dan 7 tidak dianalisa karena terjadi kesalahan proses pengukuran.

Hal ini juga diperkuat oleh beberapa penelitian tentang ukuran bulir magnetik batuan peridotit. Seperti penelitian yang telah oleh Rao dan Deutsch (Dunlop dan Ozdemir, 1997) serta Roisin M. Lawrence dkk (1995) dilakukan dengan menggunakan sampel yang sama yaitu berupa batuan peridotit. Hasil penelitiannya juga menunjukkan bahwa batuan peridotit memiliki ukuran bulir magnetik yang bersifat *multidomain*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengukuran yang telah dilakukan sampel batuan peridotit yang berasal dari Desa Aranio, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan, menunjukkan bahwa sampel batuan peridotit di daerah tersebut memiliki ukuran bulir mineral magnetik yang didominasi oleh bulir-bulir magnetik berukuran besar dan bersifat *multidomain*, dengan distribusi ukuran bulir lebih dari 200 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Bijaksana, S. 2002. Kajian Sifat Magnetik pada Endapan Pasir Besi di Wilayah Cilacap dan Upaya Pemanfaatannya untuk Bahan Industri. Laporan Penelitian Hibah Bersaing, ITB, Bandung.
- Dunlop, D. dan O. Ozdemir. 1997. *Rock Magnetism*. Cambridge University Press, Cambridge
- Lawrence, R.M., S.G. Jeff, dan D.H. Stephen. 1995. *Magnetic Anisotropy in Serpentinized Peridotites from Site 920: Its Origin and Relationship to Deformation Fabrics*.
- Mufit, F., Fadhillah, H. Amir, dan S. Bijaksana. 2006. Kajian tentang Sifat Magnetik Pasir Besi dari Pantai Sunur, Pariaman, Sumatera Barat.
- Ngkoimani, L.O., S. Bijaksana, dan T.H. Liang. 2004. Pengukuran Anisotropy Magnetic Susceptibility (AMS) dan Anhysteretic of Anisotropy Susceptibility (AAS) Sebagai Metode Estimasi Ukuran Bulir Magnetik Studi Kasus : Batuan Beku dari Formasi Andesit Tua, Yogyakarta.
- Sudarningsih. 2000. Anisotropi Magnetik Batuan Diorit dari Trenggalek, Jawa Timur. Tesis. Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung, Bandung. (tidak dipublikasikan)
- Tarling, D.H. dan F. Hrouda. *The Magnetic Anisotropy of Rock*. Chapman and Hall. London.
- Tauxe, L. 1998. *Paleomagnetic Principles and Practice*. Kluwer Academic Publishers.

www.hagi.or.id/download/JGeofisika/2006_1/2006_1_1. Diakses tanggal 19 Desember 2008

www.odp.tamu.edu/publications/15SR/VOLUME/.../sr153_23.pdf. Diakses tanggal 28 Juli 2009.

www.paleomag.net/members/rixiangzhu/TLLCGJ2002.pdf. Diakses tanggal 27 Februari 2009.

Zhao, X. 1996. Magnetic Signatures of Peridotite Rocks from Sites 897 and 899 and Their Implications.