

Karakterisasi Mineral Magnetik Batuan Peridotit Daerah Awang Bangkal Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan Menggunakan Metode XRD dan King

Shinta Khalidah¹, Sudarningsih² dan Ibrahim Sota²

Abstract: Study the nature of magnetism in rocks that has been carried out at the research of peridotite rocks in Awang Bangkal Banjar Regency has not finished, still need to do further research. More specific details of research has been done is about the characterization of the magnetic minerals in peridotite rocks in the area Awang Bangkal, Banjar Regency, South Kalimantan, which aims to identify the type of magnetic minerals, characterize magnetic minerals including multidomain, single domain or pseudo single domain and the estimate magnetic mineral's grain size. This study uses XRD test to find out the existing content of magnetic minerals in peridotite samples, the method of King (the ratio between the magnetic susceptibility with the anhysteretic susceptibility) and decay Anhysteretic Remanent Magnetization (ARM) to estimate the grain size of magnetic minerals in peridotite samples. XRD results show that the magnetic minerals contained in the peridotite samples are hematite and magnetite. The ARM decaying curve showed that the estimated peridotite rocks in the research are multidomain to pseudo-single domain and the size are big. While the distribution of grain size between below 0.1 μm up to $\approx 5 \mu\text{m}$.

Keywords: *peridotite, grain size, magnetic mineral, x-ray diffraction, anhysteretic, susceptibility.*

PENDAHULUAN

Potensi batuan ultrabasa di Kalimantan Selatan cukup besar yakni sekitar 11 milyar ton (Subiyantoro, 2006). Sebagian besar batuan ultrabasa di Indonesia merupakan batuan peridotit dimana sebagian dari itu telah mengalami serpentinisasi.

Batuan peridotit yang berasal dari daerah Awang Bangkal Kabupaten Banjar mempunyai potensi besar dan memiliki karakteristik. Berdasarkan Sikumbang dan Heryanto (1994), keadaan geologi daerah Awang Bangkal Barat,

Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan termasuk dalam formasi manunggul yang merupakan konglomerat aneka bahan, berwarna kelabu kemerahan dengan komponen batuan mafik, ultramafik, rijang, kuarsit, sekis dan batuan sedimen.

Dalam satu dekade terakhir, metode sifat magnetik batuan (*rock magnetic methods*) telah banyak digunakan dalam kajian mineral magnetik pada batuan peridotit. Sukei (2010) meneliti batuan peridotit asal Desa Awang Bangkal dan mengindikasikan mineral magnetik

yang terkandung pada batuan tersebut adalah *hematite* berdasarkan nilai suseptibilitas. Ghofallena (2011) dengan batu dari daerah yang sama mengidentifikasi bahwa jenis mineral magnetik pada batuan tersebut adalah *magnetite* (Fe_3O_4). Penelitian lain yang dilakukan oleh Reida tahun 2009 juga mengemukakan hasil estimasinya, bahwa batuan peridotit didominasi oleh multidomain dan berukuran besar dengan distribusi ukuran bulir lebih dari 200 μm .

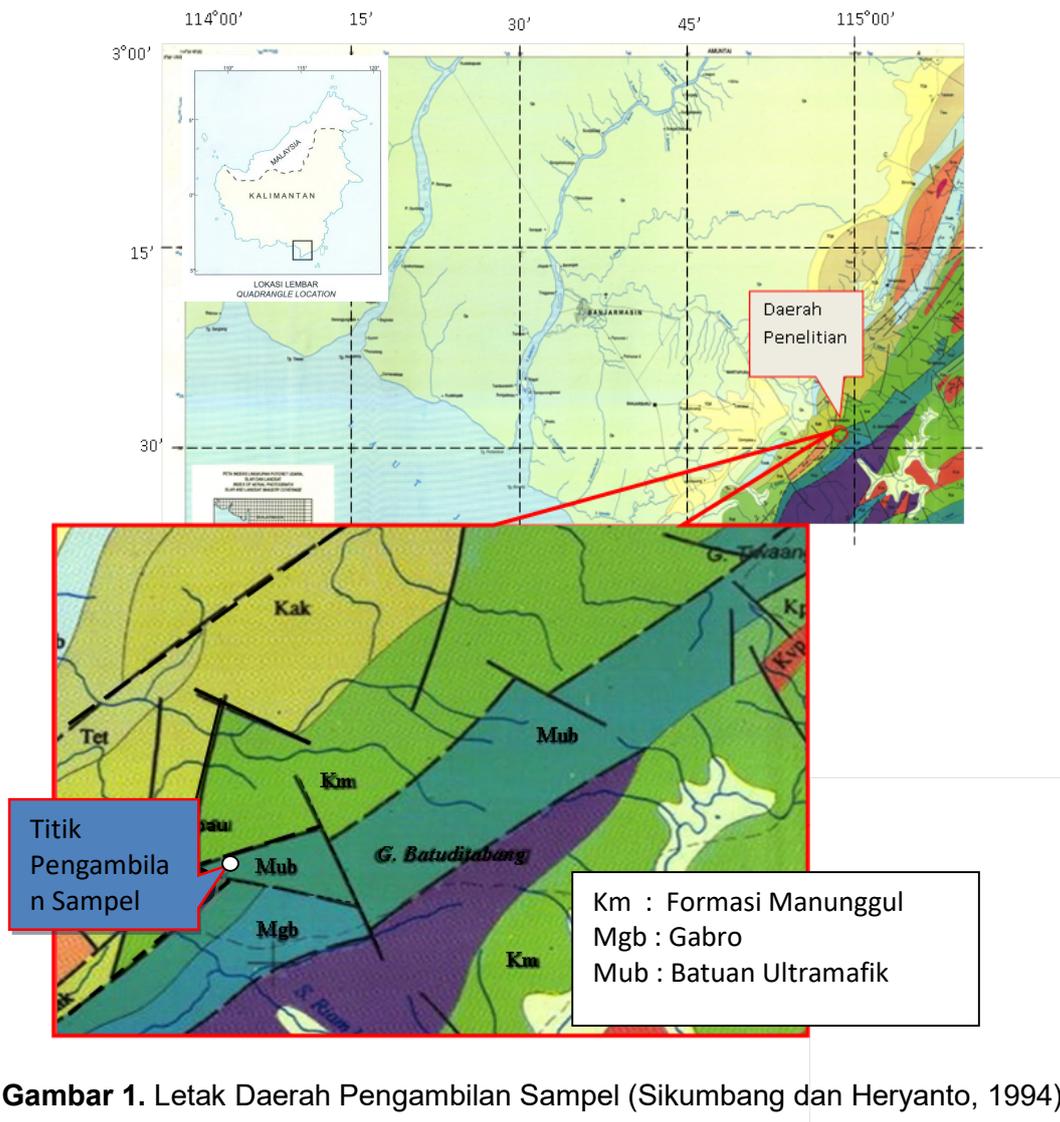
Kajian sifat kemagnetan batuan yang telah dilakukan pada penelitian batuan peridotit di daerah Awang Bangkal, Kabupaten Banjar belum selesai, masih perlu dilakukan penelitian lanjut seperti penentuan ukuran bulir beserta domain dan memperkuat identifikasi komposisi mineral magnetik yang pernah dilakukan oleh Ghofallena (2011) dan Sukesi (2010). Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan yang lebih spesifik untuk karakterisasi mineral magnetik batuan peridotit asal daerah Awang Bangkal, Kabupaten Banjar dengan uji XRD untuk menentukan jenis mineral magnetik, peluruhan ARM untuk penentuan ukuran bulir sekaligus domainnya dan metode *King* (perbandingan anisotropi

suseptibilitas magnetik (AMS) dan suseptibilitas anhisteretik) untuk menentukan distribusi ukuran bulir. Hasil analisa penelitian ini menentukan sifat magnetik batuan yang dapat memberikan petunjuk dalam melacak sifat batuan terkait dengan cocok tidaknya suatu batuan untuk kepentingan kajian paleomagnetik.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Geofisika FMIPA Unlam untuk persiapan sample dan uji ARM (pemberian, pengukuran dan peluruhan ARM) sedangkan untuk uji XRD dilakukan di Laboratorium Pusat Survey Geologi Bandung.

Pengambilan sampel batuan peridotit dilakukan di daerah Awang Bangkal, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan. **Gambar 1** merupakan peta lokasi penelitian pengambilan sampel. Peralatan yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain kompas, GPS, *Magnetik Measurement Portable Rock Drill* (MMPRD), Palu Geologi, Lumpang, sampel holder, X-Ray Diffractometer, *Molspin Alternating Field, Demagnetizer, Minispin Magnetometer, Partial Anhysteretic Remanent Magnetization* (PARM).



Gambar 1. Letak Daerah Pengambilan Sampel (Sikumbang dan Heryanto, 1994).

A. Pengambilan Sampel

Sampel batuan peridotit berasal dari daerah Awang Bangkal, Kabupaten Banjar. Teknik pengambilan sampel, pada dasarnya mengikuti standar sampling paleomagnetik yang lazim. Sebelum sampel diambil, sampel diorientasikan terlebih dahulu arah utaranya dengan menggunakan kompas dan ditentukan titik-titiknya menggunakan *Global*

Positioning System (GPS). Kemudian sampel diambil dalam bentuk silinder *core* berdiameter 2,54 cm dengan menggunakan *Magnetik Measurement Portable Rock Drill* (MMPRD) Model D026-C.

B. Preparasi Sampel XRD

Tahap pertama yang dilakukan, yaitu pada sampel batuan padat diperlukan penggerusan sampel terlebih dahulu untuk membuat

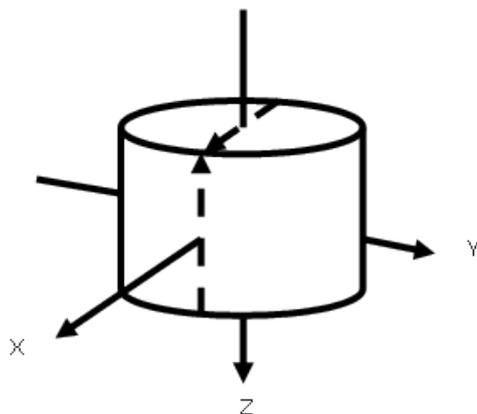
sampel bubuk. Penggerusan dilakukan menggunakan lumpang. Tingkat kehalusan butir yang disyaratkan adalah berkisar antara 5 – 10 um atau sekitar 200 mesh. Kemudian sampel yang berupa bubuk tersebut diambil diratakan dan diletakkan pada sample holder untuk kemudian siap diuji (Widiyastuti, 2010).

C. Preparasi Sampel ARM

Sampel yang diambil dari lokasi dalam bentuk silinder *core* (**Gambar 2**) dilakukan pemotongan sampel dengan ukuran standar sampel yang siap diukur yaitu dalam bentuk silinder core berdiameter 2,54 cm dan panjang 2,2 cm (ukuran standar) (**Gambar 3**) (Tarling dan Hrouda, 1993).



Gambar 2. Sampel sebelum dilakukan pemotongan



Gambar 3. Sampel setelah pemotongan (a) menurut Tarling dan Hrouda pada 1993 (b) Foto hasil pemotongan sampel.

D. Pengukuran

1) Komposisi mineral magnetik dengan XRD

Pada pengolahan data ini, sampel yang diuji berada pada kondisi diam (*statis*). Proses yang dijalankan melalui komputer sesuai dengan prosedur yang ada dan nantinya secara otomatis peralatan utama XRD akan melakukan perekaman data spektrum XRD yang sesuai dengan parameter tertentu. Sebagai tanda bahwa peralatan XRD aktif maka jendela peralatan akan terkunci secara otomatis dan menimbulkan bunyi klik cukup keras. Di lain pihak, bunyi tersebut secara otomatis juga terdengar apabila proses perekaman telah selesai, kemudian jendela peralatan XRD boleh dibuka untuk mengganti sampel. Proses interpretasi data dilakukan dengan komputer, yaitu menganalisis spektrum yang timbul dan muncul di layar komputer dan membandingkannya dengan data pada *file powder diffraction* yang ada, sehingga spektrum yang muncul sesuai ARM (*Anhyseretic Remanent Magnetization*)

Proses pemberian ARM yaitu proses pemberian dua jenis medan sekaligus kepada sampel yaitu medan bolak-balik dan

medan searah. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *Molspin AF Demagnetizer* yang dimodifikasi dengan lapisan tambahan yang terdiri dari gulungan kawat untuk memberikan medan searah 0,1 mT. *Demagnetizer* memberikan medan bolak-balik 80 mT yang berkurang secara lambat menuju nol (Sudarningsih, 2000), dan medan searah 0,1 mT diberikan oleh instrumen yang disebut PARM (*Partial Anhyseretic Remanent Magnetization*). Magnetisasi yang diperoleh diukur dengan *Minispin Magnetometer*.

Peluruhan secara bertahap terhadap intensitas magnetisasi ini dilakukan dengan memberikan medan bolak-balik menggunakan *Molspin AF Demagnetizer*. Pemberian medan demagnetisasi mulai dari 5, 10, 15 mT dan seterusnya sampai intensitas magnetisasi turun hingga sekitar 1 – 5 % dari intensitas mula-mula (Mufit dkk, 2006).

Setiap sampel yang telah diberi medan bolak-balik (demagnetisasi) kemudian diukur intensitasnya menggunakan *Minispin Magnetometer*. Pengukuran dilakukan dengan mengubah empat posisi sampel yang merupakan langkah terakhir pada perlakuan sampel.

2) Ukuran Bulir Mineral Magnetik dengan Metode King

Estimasi ukuran bulir mineral magnetik dilakukan dengan memplot perubahan nilai parameter suseptibilitas anhisteretik dan suseptibilitas magnetik dari batuan yang diuji, dan dihubungkan terhadap perubahan ukuran bulir *magnetite* menurut metode King dkk.

Analisa Data

1) Analisa komposisi mineral magnetik

Setelah spektrum timbul dan muncul di layar komputer kemudian dibandingkan dengan data pada *file powder diffraction* yang ada, sehingga spektrum yang muncul sesuai dengan karakteristik yang ada. Kemudian dapat ditentukan jenis mineral magnetik yang terkandung pada batuan peridotit.

2) Analisa peluruhan ARM

Sebelum diberikan ARM, terlebih dahulu dilakukan pengukuran intensitas magnetik awal sampel (intensitas NRM). Setelah sampel peridotit diberikan ARM, kemudian intensitas awal ARM diukur.

Berdasarkan hasil peluruhan ARM yang telah dilakukan terhadap sampel 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.

3) Analisa metode King

Berdasarkan hasil suseptibilitas yang terukur pada penelitian Sukesu (2010) dan hasil suseptibilitas anhisteretik pada penelitian ini yang kemudian diplot menunjukkan apakah ada kecenderungan linieritas antara kedua parameter tersebut berdasarkan ukuran bulir *magnetite*. Semakin kecil ukuran bulir menunjukkan kemiringan yang tajam. Kemudian dapat ditentukan ukuran bulir dan domain bulir mineral magnetik (*single domain* atau *multidomain*). Sebagai contoh pada *magnetite* akan bertipe *single domain* jika diameternya $< 0.1 \mu\text{m}$ dan bertipe *multidomain* jika diameternya $> 10 \mu\text{m}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisa Komposisi Mineral Magnetik

Berdasarkan hasil analisa *X-Ray Diffraction* yang telah dilakukan terhadap sampel batuan peridotit yang berasal dari daerah Awang Bangkal Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan diperoleh komposisi mineral yang terkandung dalam batuan peridotit tersebut (**Tabel 2**).

Mineral-mineral dari hasil uji mineralogi tersebut banyak mengandung Mg dan Fe sesuai dengan keadaan geologi lokasi penelitian termasuk dalam formasi

manunggul yang keadaan geologinya terdapat batuan ultramafik contohnya peridotit yang banyak mengandung Mg dan Fe.

Tabel 2. Komposisi Mineral pada Sampel Batuan Peridotit dari daerah Awang Bangkal, Kabupaten Banjar.

Sampel	Jenis Mineral	Komponen Kimia	Persentase Jenis Mineral (%) *
6	<i>Clinochrysotile</i>	$Mg_3 Si_2 O_5 (OH)_4$	44
	<i>Antigorite</i>	$3 Mg O \ 12 Si O_2 \ 12 H_2O$	11
	<i>Diopside ferroan</i>	$(Mg_{0.992} Fe_{0.008}) (Ca_{0.962} Mg_{0.038}) (Si_2 O_6)$	27
	<i>Enstatite, ordered</i>	$Mg Si O_3$	8
	<i>Iron diiron (III) oxide (Magnetite)</i>	$Fe_3 O_4$	10
7	<i>Clinochrysotile</i>	$Mg_3 Si_2 O_5 (OH)_4$	40
	<i>Forsterite</i>	$Mg_2 Si O_4$	12
	<i>Antigorite</i>	$Mg_3 Si_2 O_5 (OH)_4$	17
	<i>Enstatite, ferroan</i>	$Mg_{1.8} Ca_{0.037} Al_{0.014} Fe_{0.13} Cr_{0.017} Ti_{0.003} Si_2 O_6$	23
	<i>Iron (III) oxide -α (Hematite, syn)</i>	$Fe_2 O_3$	8

Keterangan * Berdasarkan perbandingan bahan yang berbentuk kristal.

Hasil uji mineralogi tersebut (Tabel 2) memperlihatkan bahwa batuan peridotit yang berasal dari daerah Awang Bangkal mengandung mineral magnetik yaitu *magnetite* dan *hematite*. Hasil ini telah membuktikan penelitian dari Ghofallena (2011) yang mengindikasikan mineral *magnetite* terkandung dalam sampel batuan peridotit dari daerah Awang Bangkal berdasarkan data saturasi IRM dan Sukesri (2010) yang mengindikasikan mineral *hematite*

terkandung dalam batuan peridotit tersebut dari hasil pengukuran susceptibilitas. Karena batuan peridotit tersebut mengandung mineral magnetik maka dapat dikatakan bahwa batuan peridotit tergolong bahan feromagnetik.

B. Analisa Karakterisasi berdasarkan Nilai Peluruhan ARM

Dari hasil intensitas NRM (Tabel 3) dapat dilihat bahwa sampel 1 memiliki nilai intensitas NRM terendah dan

sampel 3 memiliki nilai intensitas NRM tertinggi. Hal ini berarti bahwa sampel 3 memiliki sifat magnetik yang paling kuat dibandingkan sampel-sampel yang lain.

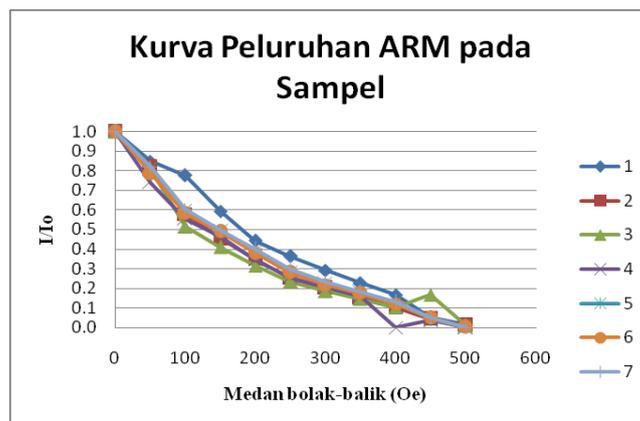
Tabel 3. Intensitas NRM sampel batuan peridotit

Sampel	Intensitas NRM (mA/m)
1	2680,53
2	5472,46
3	5699,75
4	5036,17
5	5156,99
6	5077,40
7	5094,68

Secara umum dapat diketahui bahwa intensitas NRM untuk batuan beku lebih besar dibandingkan stalagmit dan sedimen laut. Hal ini jelas bahwa batuan beku lebih banyak mengandung mineral magnetik yang berasal dari perut bumi, sementara stalagmit dan sedimen laut, bahan dasar dan proses pembentukannya dipermukaan bumi.

Stalagmit tumbuh di daerah karst yang sangat jarang mengandung mineral magnetik dan sedimen laut mengandung mineral magnetik yang kebanyakan terbawa oleh organik (Purnama, 2003). Kestabilan mineral magnetik bergantung pada ukuran bulir. Beberapa eksperimen menunjukkan perbedaan respon berbagai ukuran mineral magnetik terhadap peluruhan ARM ini (Dunlop dan Ozdemir, 1997).

Berdasarkan kurva peluruhan ARM (**Gambar 4**), mineral magnetik batuan peridotit ternyata ada yang tidak stabil dan ada yang stabil. Intensitas ARM berkurang cukup drastis pada medan demagnetisasi yang relatif rendah. Ini berarti bahwa mineral magnetik yang terkandung dalam sampel batuan peridotit di daerah Awang Bangkal didominasi oleh bulir-bulir magnetik berukuran besar dan bersifat antara *multidomain* hingga *pseudo single domain*.

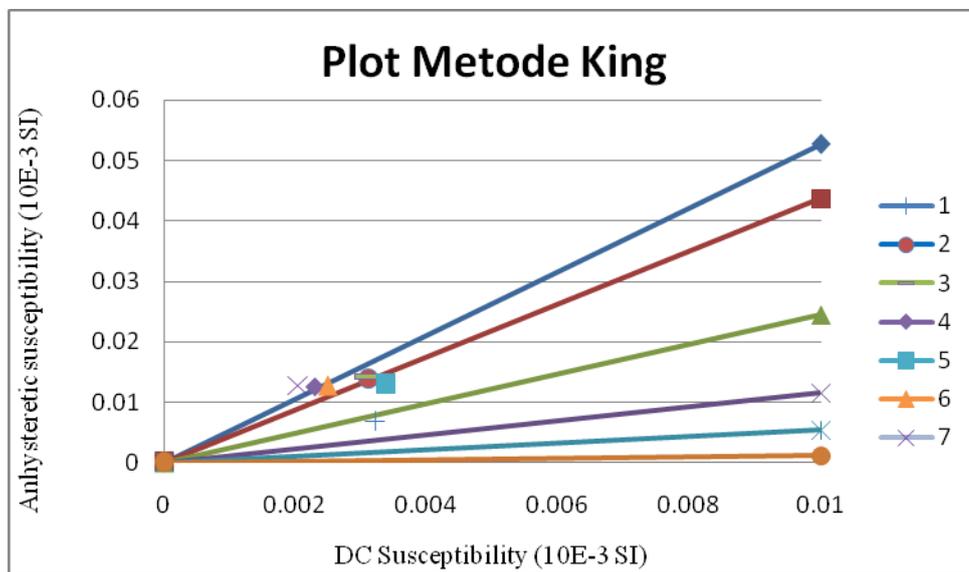


Gambar 4. Kurva Peluruhan ARM Sampel

C. Interpretasi Ukuran Bulir dengan Metode King

Metode King merupakan perbandingan Anisotropi Suseptibilitas Magnetik (AMS) dan Suseptibilitas Anhysteretik. Dari hasil plot antara *anhysteretic susceptibility* terhadap *DC susceptibility*, akan diperoleh diagram ukuran bulir mineral magnetik yang menunjukkan distribusi ukuran bulir. Plot tersebut berupa hasil eksperimen King

dkk. (1982) sehingga disebut metode King. **Gambar 5** merupakan hasil plot antara *anhysteretic susceptibility* dengan *DC susceptibility* pada 7 sampel batuan peridotit dari daerah Awang Bangkal. menunjukkan bahwa sebagian besar sampel cenderung berukuran kecil antara $0,1 \mu\text{m}$ sampai $\approx 5 \mu\text{m}$ termasuk *pseudo single domain*. Pada sampel 7, bulir magnetik berukuran lebih kecil yaitu $< 0,1 \mu\text{m}$ dan bersifat *single domain*.



Gambar 5. Hasil plot sampel yang diberi perlakuan ARM.

Sampel yang cocok untuk kepentingan kajian paleomagnetik adalah sampel yang memiliki bulir magnetik berukuran kecil dan bersifat *single domain* atau *pseudo single domain* (Dunlop dan Ozdemir, 1997). Hal ini berarti bahwa sampel batuan peridotit yang berasal dari Awang Bangkal sangat cocok untuk kepentingan kajian paleomagnetik karena hasil dari *King's plot* menunjukkan bahwa mineral magnetik cenderung berukuran kecil dan

bersifat antara *pseudosingle domain* hingga *single domain*.

Interpretasi dari kurva peluruhan ARM menunjukkan mineral magnetik pada batuan peridotit cenderung tidak memiliki stabilitas yang tinggi tetapi ada satu sampel yang stabil sehingga bersifat *multidomain* hingga *pseudo single domain*. Namun, hasil dari *King's plot* menunjukkan bahwa mineral magnetik cenderung berukuran kecil antara dibawah $0,1 \mu\text{m}$ sampai $\approx 5 \mu\text{m}$. Hal ini

sangat mungkin diakibatkan karena pada sampel batuan peridotit di daerah Awang Bangkal terdapat mineral magnetik *magnetite* yang bersifat *multidomain* dan *hematite* yang bersifat *single domain* dengan diameter $\leq 15 \mu\text{m}$ (Yulianto, 2006). Garis-garis pada *King's plot* diberikan oleh mineral *magnetite* murni yang diproduksi secara sintesis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian karakterisasi mineral magnetik pada batuan peridotit di daerah Awang Bangkal Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan dapat disimpulkan:

1. Dari hasil XRD diperoleh mineral magnetik yang terkandung pada batuan peridotit di daerah Awang Bangkal, Kabupaten Banjar, Kalimantan Selatan yaitu *hematite* dan *magnetite*.
2. Berdasarkan bentuk kurva peluruhan ARM menunjukkan bahwa sampel batuan peridotit di daerah tersebut memiliki ukuran bulir mineral magnetik yang didominasi oleh bulir-bulir magnetik berukuran besar dan bersifat antara *multidomain* dengan *pseudo single domain*.
3. Hasil plot antara *anhysteretic susceptability* terhadap *DC susceptibility* dari 7 sampel batuan peridotit, diperoleh distribusi ukuran bulir antara di bawah $0.1 \mu\text{m}$ sampai dengan $\approx 5 \mu\text{m}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Dunlop, D.J. & Ozdemir, O., 1997, *Rock Magnetism*, Cambridge University Press, Canada.
- Ghofallena, W. H., 2011, *Penentuan Nilai Saturasi Magnetik Batuan Peridotit dari Desa Awang Bangkal Barat Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan*, Skripsi, Program Studi Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, (tidak dipublikasikan).
- King, J., Banerjee, S.K, Marvin, J., dan Ozdemir, O., 1982, *A Comparison of different magnetic methods for determining the relative grain size of magnetite in natural material : some result from lake sediment*, *Eart Planetary Science Letter* 59, 404-419.
- Mufit, F.F., H. Amir dan S. Bijaksana, 2006, *Kajian tentang sifat Magnetik Pasir Besi dari Pantai Sanur, Pariaman, Sumatera Barat*.
- Purnama, W., 2003, *Pengukuran magnetisasi remanen pada batuan beku Andesit dari Daerah Istimewa Yogyakarta*, Tesis, Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung, Bandung, (tidak dipublikasikan).
- Reida, R., 2009, *Estimasi Ukuran Bulir Mineral Magnetik Pada Batuan Peridotit Berdasarkan Peluruhan Anhysteretic Remanent Magnetization (ARM)*, Skripsi, Program Studi Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, (tidak dipublikasikan).

- Sikumbang, N. & Heryanto, R.**, 1994, *Peta Geologi Lembar Banjarmasin, Kalimantan 1: 250.000*, P3G, Bandung. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, (tidak dipublikasikan).
- Subiyantoro, A.**, 2006, *Mekanisme Pembentukan Intrusi Melapis*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Tarling, D. H & Hrouda, F.**, 1993, *The Magnetic Anisotropy of Rocks*, Chapman & Hall, London.
- Sudarningsih**, 2000, *Anisotropi Magnetik Batuan Diorit dari Trenggalek, Jawa Timur*, Tesis, Program Pasca Sarjana Institut Teknologi Bandung, Bandung, (tidak dipublikasikan).
- Widiyastuti, D. A.**, 2010, *Analisa Struktur Batuan Aranio Kabupaten Banjar*, Skripsi, Program Studi Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, (tidak dipublikasikan).
- Sukesi**, 2010, *Penentuan Derajat Anisotropi Suseptibilitas Magnetik Batuan Peridotit dari Desa Awang Bangkal Barat Kabupaten Banjar Propinsi Kalimantan Selatan*, Skripsi, Program Studi Fisika
- Yulianto, A.**, 2006, *Kajian sifat magnetik pasir besi dan optimasi pengolahannya menjadi magnet ferit*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.