PENGUKURAN STABILITAS NATURAL *REMANENT MAGNETIZATION (NRM)* BATUAN VULKANIK GUNUNG MERAPI DI JAWA TENGAH

Husna[1], Nurlaela Rauf[1] dan Satria Bijaksana[2]

[1]Jurusan Fisika Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 10, Makassar
[2]Laboratorium Fisika Bumi ITB
Jl. Ganesha 10, Bandung 40132

ABSTRAK

PENGUKURAN STABILITAS *NATURAL REMANENT MAGNETIZATION (NRM)* BATUAN VULKANIK GUNUNG MERAPI DI JAWA TENGAH. Telah dilakukan kajian kemagnetan batuan pada daerah sekitar puncak Gunung Merapi. Penelitian ini berupa uji kestabilan *Natural Remanent Magnetization (NRM)* yang menggunakan 16 *specimen* yang diambil dari Pasar Bubar, Kali Gendol dan Kali Gendong. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran intensitas dan arah *NRM*,dan proses demagnetisasi dengan menggunakan metoda *Alternating Field Demagnetization*. Hasil Pengukuran menunjukkan bahwa Pasar Bubar mempunyai intensitas rata-rata 2255,468 mA/meter dengan *range* deklinasi 32,8° - 6,5° dan inklinasinya -37,4° – 3,9°, Kali Gendol mempunyai intensitas rata-rata 2469,387 mA/meter dengan *range* deklinasi 356,1° - 11° dan inklinasinya -4,9° – -0,1°, dan Kali Gendong mempunyai intensitas rata-rata 4139,062 mA/meter dengan *range* deklinasi 62,1° – 125,4° dan inkinasinya -0,8° – 35,2°. Uji kestabilan *NRM* ini melalui kurva intensitas, *Plot stereonet*, diagram *Zijderveld* dan Analisis Komponen Utama (*MAD*). Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa sampel Kali Gendol cukup stabil dan memenuhi syarat untuk digunakan dalam studi Paleomagnetik.

Kata kunci : *NRM, AF demagnetization*, MAD, diagram *zijderveld, plot stereonet*

ABSTRAK

THE STABILITY TEST OF NATURAL REMANENT MAGNETIZATION (NRM) VULCANIC ROCK OF MERAPI MOUNTAIN IN CENTRAL JAVA. An assessment has been done on magnetic properties of the rock from the area around the top of Merapi Mountain. The research conducted in form of stability test of Natural Remanent Magnetization (NRM), Which 16 specimens that used in that test were taken from Pasar Bubar, Kali Gendol and Kali Gendong. ALTERNATING FIELD DEMAGNETIZATION Methods applied on measurement of intensity and direction of NRM and demagnetization process. The result shown that the rock from Pasar Bubar had mean intensity of 2255.486 mA/meter with a range of declination 32.80 - 6.50 and inclination -37.40 - 3.90, Kali Gendol had mean intensity of 2469.387 mA/meter with range of declination of 356.10 - 110 and inclination of -4.90 - -0.10, and Kali Gendong had mean intensity of 4139.062 mA/meter with range of declination of 62.10 - 125.40 and inclination of -0.80 - 35.20. The stability test is determined from intensity curve, stereo net Plot, Zijderveld diagram and Maximum Angular Deviation (MAD). According the result, the specimen from kali gendol were the most stable and qualifield for further used on paleomagnetic study.

Key words : NRM, AF Demagnetization, MAD, zijderveld diagram, stereonet plot

PENDAHULUAN

Gunung Merapi adalah salah satu gunungapi yang masih sangat aktif dan sering mengalami erupsi. Kebanyakan erupsi merapi disertai dengan pembentukan kubah lava, guguran lava, piroklastik, aliran lava dan awan panas. Lava yang keluar dari Gunung Merapi mengalami pendinginan dan pemadatan, sehingga membentuk batuan keras (batuan Vulkanik).

Batuan vulkanik mempunyai kemampuan merekam dan mempertahankan medan magnet bumi pada saat batuan terbentuk. Hasil rekaman itu disebut *Natural remanent magnetization*. Keberadaan *NRM* ini pada batuan dipakai sebagai dasar untuk studi Paleomagnetik [1,2]. Studi Paleomagnetik adalah studi yang mempelajari tentang perilaku medan magnetik bumi masa lampau. Dalam studi ini, kestabilan *NRM* baik arah maupun intensitasnya merupakan syarat penting untuk diketahui.

Volume 3 No. 2, Pebruari 2002, hal : 63 - 67
ISSN : 1411-1098

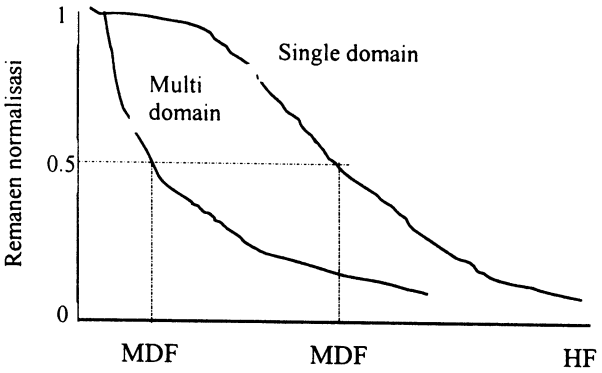
TEORI

Kestabilan Magnetik Remanen

Teknik Demagnetisasi

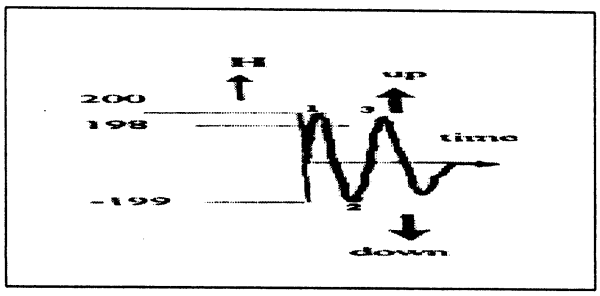
Kestabilan magnetik remanen diamati dengan melakukan demagnetisasi. Demagnetisasi atau magnetik *cleaning* adalah teknik memisahkan dua komponen magnetik remanen yaitu magnetik remanen primer dan magnetik remanen sekunder yang memiliki tingkat kestabilan yang berbeda. Komponen yang stabilitasnya tinggi diasumsikan sebagai kompenen remanen primer dan kompenen yang stabilitasnya rendah diasumsikan sebagai komponen magnetik remanen sekunder. Dalam penelitian kestabilan magnetisasi remanen, terdapat dua metoda yang dapat dilakukan yaitu *Thermal Demagnetization* dan *Alternating Field (AF) Demagnetization.*

Pada *Thermal demagnetization* , sampel batuan dipanaskan di bawah temperatur curie dan didinginkan pada medan nol dengan menggunakan suhu ruang. Sedangkan pada *AF Demagnetization* , sampel diberikan medan bolak-balik hingga medan mencapai nol dalam suatu ruang yang bebas medan. Kurva *AF Demagnetization* dibuat dari intensitas remanen pada setiap peningkatan medan yang diberikan (5, 10, 15 ... 100 mT).



Gambar 1. Kurva intensitas *AF Demagnetization*[3]

Pada dasarnya, prinsip dari *AF Demagnetization* yaitu memberikan medan bolak balik untuk mengacaukan arah momen magnetik batuan sehingga komponen magnetik yang koersivitas rendah (tidak stabil) menghilang. Teori demagnetisasi dapat dijelaskan melalui Gambar (2)



Gambar 2. Proses *AF demagnetization*

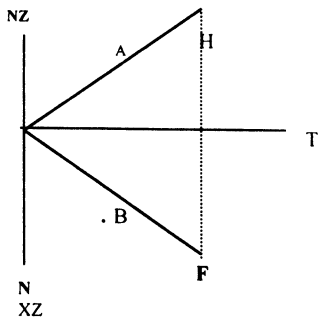
Misalkan titik 1 mempunyai medan 200 Oe (20 mT) maka momen magnetik semua butir dengan gaya koersif (h_c) ≤ 200 Oe akan mengarah ke atas. Selanjutnya pada titik 2 dengan medan 199 Oe (medan berkurang 1 Oe setiap 1/2 siklus) semua momen magnetik dengan $h_c \leq$ 199 Oe akan mengarah ke bawah. Dan pada titik 3, semua momen magnetik dengan $h_c \leq$ 198 Oe akan kembali mengarah ke atas. Demikian seterusnya sehingga momen magnetik total butir akan saling menghapuskan satu sama lain. Sehingga dengan memberikan medan bolak-balik maksimum H_{AF}, semua butir dengan $h_c \leq H_{AF}$ akan acak (random) dan data yang tersisa hanya butir dengan $h_c \geq H_{AF}$.

Kurva Peluruhan Intensitas

Plot peluruhan memperlihatkan plot intensitas magnetik relatif (I/Io) pada sumbu tegak terhadap tahapan demagnetisasi pada sumbu horizontal. Karateristik fisis mineral-mineral magnetik yang terkandung di dalam suatu sampel diperiksa kestabilannya dengan melihat hasil plot ini. Kurva peluruhan yang relatif landai merupakan salah satu ciri tingkat kestabilan yang baik.

Plot Zijderveld

Plot zijderveld merupakan proyeksi dua dimensi dari komponen-komponen medan magnet bumi. *Plot zijderveld* dibuat dengan menguraikan deklinasi dan inklinasi menjadi X (utara-timur), Y (barat-timur) dan Z (atas-bawah). Nilai-nilai deklinasi dan inklinasi yang diperoleh pada proses demagnetisasi kemudian diplot pada bidang horizontal (XY) dan bidang vertikal (YZ atau XZ), sehingga perubahan arah dan intensitas tiap tahapan demagnetisasi dapat terlihat. Arah dan intensitas batuan mempunyai sifat membentuk garis lurus menuju pusat koordinat. Dipercaya bahwa komponen NRM akan konsisten membentuk garis lurus menuju pusat koordinat. Sketsa *plot zijderveld* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Sketsa *Zijderveld* ; H komponen F yang dihorizontalkan, A & B garis horizontal.

Plot Stereonet

Plot stereonet menyajikan deklinasi dan inklinasi dalam proyeksi sterografis. *Plot stereonet* memudahkan dalam melihat plot arah magnetisasi pada setiap tahapan dalam, proses demagnetisasi. Pola sebarang dot deklinasi-inklinasi yang cenderung mengumpul, mengindikasikan bahwa sampel yang ditinjau bersifat stabil.

Maximum Angular Deviation (MAD)

Ukuran kuantitatif tentang ketepatan pemilihan data yang dianalisis, digunakan parameter *Maximum Angular Deviation (MAD)*. Tidak ada ketentuan yang pasti tentang harga *MAD* yang benar, tapi jika p.a.c mempunyai *MAD* $\geq 15^0$ dianggap bahwa signifikan data diragukan (Tauxe, 1998). Semakin kecil harga *MAD* semakin konsisten data (arah kestabilan deklimnasi dan inklinasi).

METODA PENGUKURAN

Sampel yang digunakan berasal dari daerah sekitar puncak gunung Merapi yaitu Pasar Bubar, Kali Gendol dan Kali Gendong. Sampel tersebut dibuat dalam bentuk *core* berdiameter 2,54 cm dan tinggi 2.52 cm dengan menggunakan *Bartington Portable Rock Drill.*

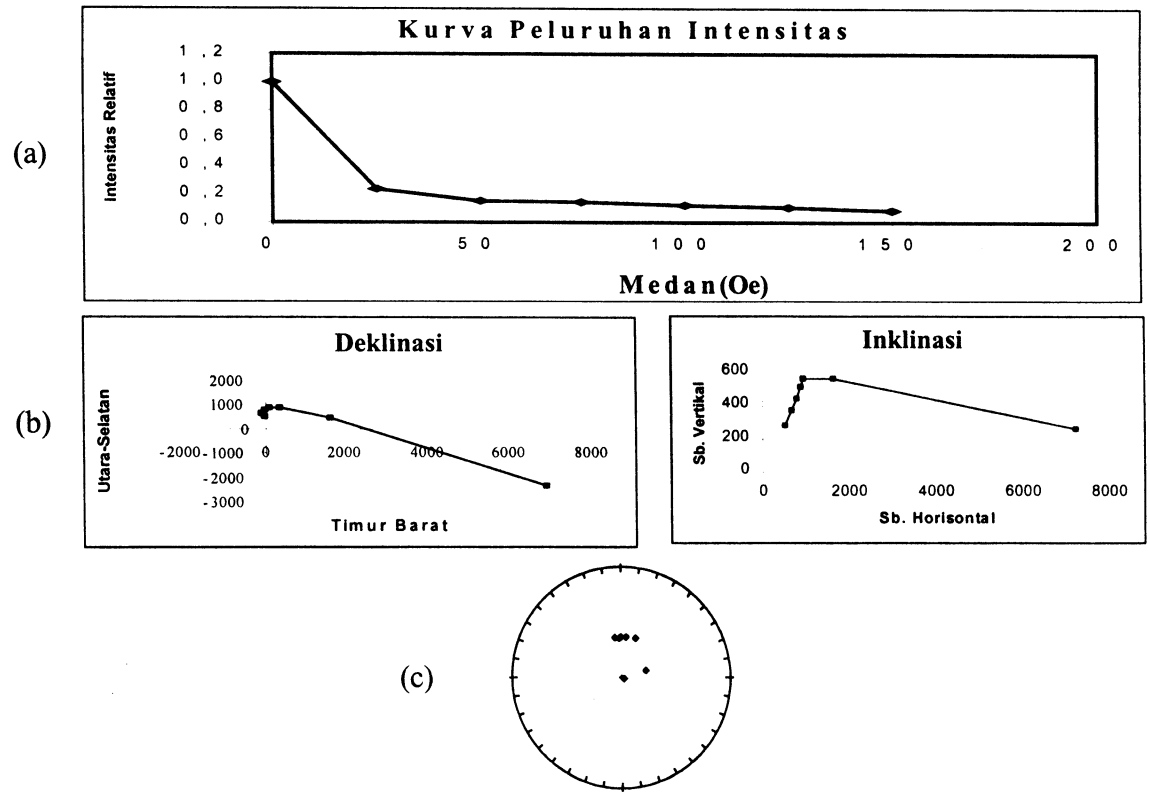
Pengukuran *Natural Remanen Magnetization* di lakukan dengan mengukur intensitas magnetisasinya. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan alat *Minispin Magnetometer*. Hasil pengukuran dilihat dalam tampilan komputer sehingga intensitas, arah deklinasi dan inklinasi dapat diketahui. Langkah selanjutnya, sampel kemudian didemagnetisasi bolak balik dengan menggunakan *Molspin Alternating Field Demagnetizer.*

Langkah utama yang dilakukan dalam proses ini adalah memasukkan sampel dalam ruang yang bebas medan dan kemudian diberikan medan bolak-balik. Proses demagnetisasi ini dilakukan setiap interval 25 Oe hingga mencapai kurang lebih 10 % intensitas mula-mula.

Data yang diperoleh diplot dalam kurva peluruhan intensitas, diagram *zijderveld*, *plot stereonet* yang menggunakan *software* STEREOGRAF, dan Analisis komponen utama yang dihitung dengan menggunakan *software* MATLAB.

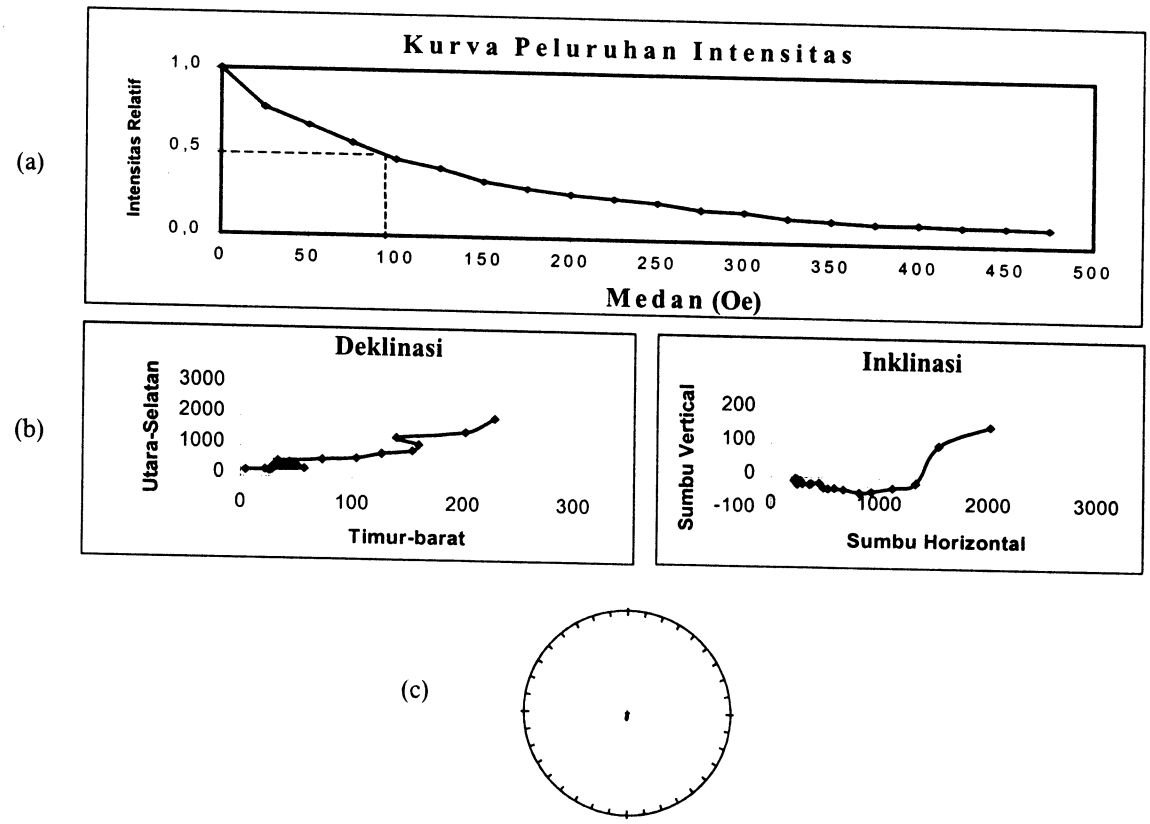
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Intensitas remanen Magnetik yang dilakukan pada 16 specimen menunjukkan bahwa Kali Gendol mempunyai intensitas rata-rata 2469,387 mA/meter dengan *range* deklinasi $356{,}1^0$- 11^0 dan inklinasinya $-4{,}9^0$ – $-0{,}1^0$, daerah Pasar Bubar mempunyai intensitas rata-rata 2255,468 mA/meter dengan *range* deklinasi $32{,}8^0$ - $6{,}5^0$ dan inklinasinya $-37{,}4^0$ – $3{,}9^0$, dan Kali Gendong mempunyai intensitas rata-rata 4139,062 mA/meter dengan range deklinasi $62{,}1^0$ – $125{,}4^0$ dan inklinasinya $-0{,}8^0$ – $35{,}2^0$.

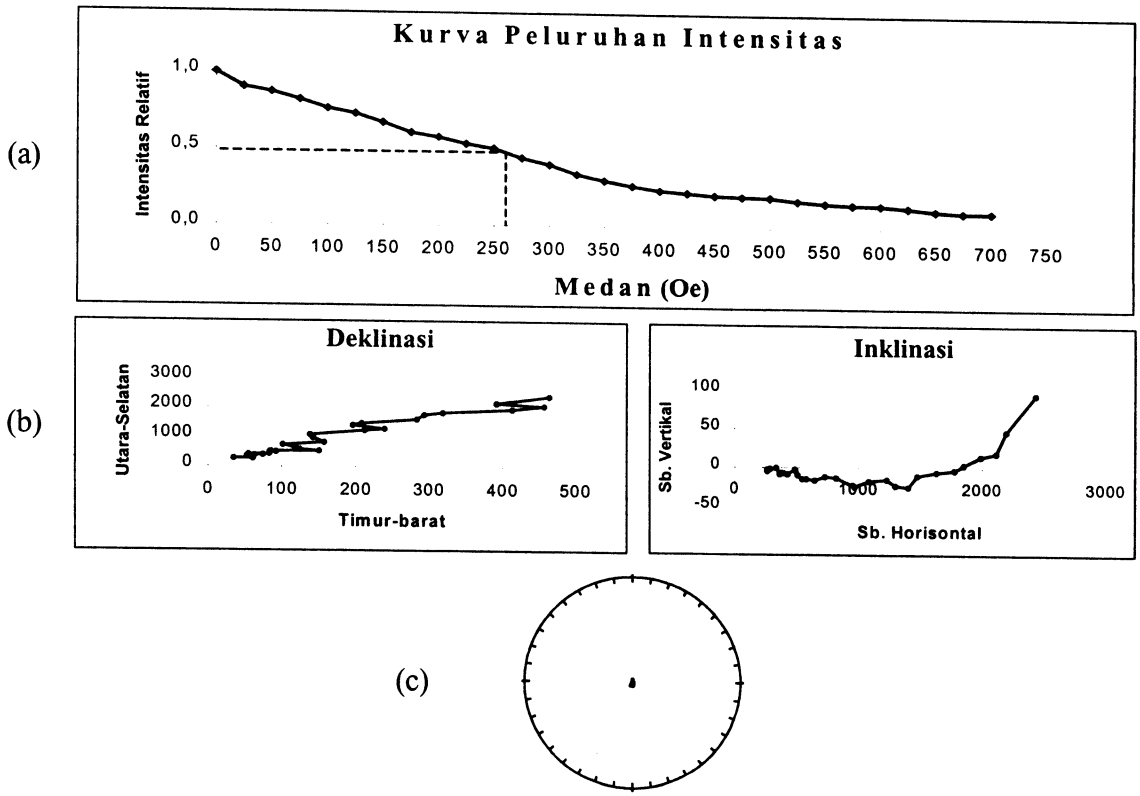


Gambar 4. Kurva kestabilan NRM : (a) Kurva peluruhan intensitas, (b) Diagram *Zijderveld*, (c) *Plot Stereonet* sampel KGD E3

Volume 3 No. 2, Pebruari 2002, hal : 63 - 67
ISSN : 1411-1098



Gambar 5. Kurva kestabilan NRM : (a) Kurva peluruhan intensitas, (b) Diagram *Zijderveld*, (c) *Plot Stereonet* (sampel PB C2)



Gambar 6. Kurva kestabilan NRM : (a) Kurva peluruhan intensitas, (b) Diagram *Zijderveld*, (c) *Plot Stereonet* (sampel KGU B2)

Sedangkan hasil yang diperoleh dari sebagian sampel yang terdemagnetisasi, memperlihatkan arah *NRM* yang cukup konsisten. Daerah Kali Gendol mempunyai rata-rata nilai MAD $1,2^0 - 2,4^0$, yang memenuhi syarat kekonsistenan (MAD $\leq 15^0$). Sedangkan daerah Pasar Bubar mempunyai MAD $3,1^0 - 6,9^0$ dan daerah Kali Gendong berkisar $3,6^0$- $8,9^0$. Berdasarkan nilai MAD yang diperoleh tampak jelas bahwa Kali Gendol mempunyai tingkat kestabilan arah yang lebih dibandingkan dengan daerah lainnya. Untuk memperkuat hasil dari analisis Komponen Utama di atas, Gambar 4, Gambar 5, dan Gambar 6, menampilkan kurva peluruhan intensitas, diagram *Zijderveld* dan *plot Stereonet.*

Kurva-kurva kestabilan *NRM* juga menunjukkan bahwa Kali Gendol mempunyai tingkat kestabilan (intensitas maupun arah) yang baik. Kurva peluruhan intensitas KGU B2 memenuhi syarat *Median Destructive Field* (*MDF*). *MDF* mensyaratkan sifat kestabilan apabila penurunan intensitas pada 50% I/Io berada di atas medan 100 Oe. Demikian pula dengan kurva peluruhan intensitas yang cukup landai.

Sampel Kali Gendong mempunyai kestabilan arah yang cukup, tetapi sangat tidak stabil intensitasnya. MDFnya langsung tercapai pada saat pemberian medan yang pertama (25 Oe). Sedangkan sampel dari Pasar Bubar menunjukkan tingkat kestabilan arah yang cukup dan intensitas *NRM*nya cenderung stabil.

KESIMPULAN

Kestabilan intensitas dan arah dari *Narural Remanent Magnetization (NRM)* merupakan salah satu syarat sampel dapat digunakan dalam studi paleomagnetik. Berdasarkan hasil keseluruhan yang diperoleh, ditarik kesimpulan bahwa sampel yang berasal Kali Gendol dan Pasar Bubar cukup stabil sehingga dapat dipertimbangkan untuk studi Paleomagnetik. Akan tetapi untuk keakuratan data sebaiknya juga dilakukan uji *anisotropy.*

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Satria, Bu Nurlaela, Pak Rahman, kanda-kanda di Laboratorium Fisika Bumi ITB (Ngkoi, Siti Zulaikah, Rusli), dan rekan-rekan Macassart Girl's (Ai', Uni, Mei, Dan Ayu).

DAFTAR ACUAN

[1]. BUTLER, RF, *Paleomagnetism*, Blackswell scientific Publication, (1992).

[2]. TAUXE, L., *Palemagnetic Principles and Practice.* Kluwer Academic Publishers, (1998)

[3]. *Operation's Manual Minispin.* Molspin Ltd. New Castle England.