



# PROSIDING PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN RISET KEBENCANAAN KE-3

Paradigma Baru, Peran dan Posisi Pengurangan Risiko Bencana  
dalam Sustainable Development Goals

Institut Teknologi Bandung  
BANDUNG

23-24 Mei 2016

# **PROSIDING PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN RISET KEBENCANAAN KE-3**

**Paradigma Baru, Peran dan Posisi Pengurangan Risiko Bencana  
dalam Sustainable Development Goals**

**Institut Teknologi Bandung  
BANDUNG**

**23-24 Mei 2016**

**IKATAN AHLI KEBENCANAAN INDONESIA**

**PROSIDING  
PERTEMUAN ILMIAH TAHUNAN (PIT)  
RISET KEBENCANAAN (RK) KE-3  
ITB, 23-24 Mei 2016**

**Paradigma Baru, Peran dan Posisi Pengurangan Risiko Bencana dalam Konteks Sustainable Development Goals (SDG's)**

Hak cipta dilindungi Undang-undang  
Copyright ©2016  
ISBN : 978-602-74604-1-6

**Editor:**

Ketua : Harkunti P. Rahayu, PhD,  
Wakil Ketua : Lilik Kurniawan, ST., M.Si

**Anggota:**

In In Wahdiny, MT  
Qurrata Aini, ST  
Devina Khoirunnisa, ST

**Diterbitkan Oleh:**

Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI)  
Alamat Sekretariat : Gedung INA-DRTG Lt.2, Indonesia Peace and Security Center (IPSC), Sentul, Bogor  
E-mail : sekretariat@iabi-indonesia.org  
Website : www.iabi-indonesia.org

# PENGANTAR REDAKSI

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa dengan selesainya buku Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan (PIT) Riset Kebencanaan ke-3 yang dilaksanakan pada tanggal 23-24 Mei 2016 di Kampus ITB. Prosiding ini merupakan dokumentasi karya ilmiah para akademisi, birokrat, lembaga riset, para praktisi PB, dan anggota masyarakat peduli bencana yang tergabung dalam Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI).

PIT Riset Kebencanaan merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan oleh Ikatan Ahli Kebencanaan Indonesia (IABI). PIT Riset Kebencanaan diselenggarakan dengan tujuan untuk (1) menghimpun para ahli kebencanaan untuk meningkatkan budaya riset dan memberikan kontribusi pemikiran secara komprehensif, holistik, dan sistemik; (2) sarana berbagi pengalaman terbaik (*best practices/lessons learned*) dalam mengembangkan IPTEK melalui pendidikan, riset dasar, dan terapan dari berbagai jenis dan karakteristik bencana di Indonesia; (3) memperoleh manfaat berupa meningkatkan kemampuan masyarakat untuk lebih memahami arti penting penanggulangan bencana, terutama dalam upaya pengurangan risiko bencana di tingkat lokal, nasional, regional (Asia-Pasifik), dan global; (4) mensinergikan kebutuhan kajian/penelitian di Indonesia sehingga dapat dijadikan acuan bersama dalam mengembangkan pengetahuan kebencanaan di Indonesia sesuai dengan jenis ancaman yang ada; dan (5) menjadi referensi riset yang terintegrasi untuk penanggulangan bencana di Indonesia serta dapat menjadi *baseline* perencanaan dan pendanaan riset/penelitian di Indonesia.

PIT Riset Kebencanaan ke-3 mengusung tema utama “Paradigma Baru, Peran dan Posisi Pengurangan Risiko Bencana (PRB) dalam Konteks *Sustainable Development Goals* (SDG’s)”. Prosiding ini memuat seluruh *full paper* terkait dengan tema tersebut yang terbagi kedalam 4 sub tema sebagai berikut:

**1. Aglomerasi dalam konteks PRB, terdiri dari 7 (tujuh) buah paper.**

Strategi pengurangan risiko bencana dalam melindungi pusat-pusat pertumbuhan ekonomi dan hasil pembangunan dengan pendekatan kewilayahan.

**2. Paradigma Baru dalam Pengurangan “Risiko” Bencana Berkelanjutan terdiri dari 8 (delapan) buah paper.**

Strategi menghadapi risiko saat ini, risiko yang akan terjadi pada masa mendatang, dan risiko yang mungkin terjadi lagi dari masa lalu.

**3. Paradigma Baru dalam Risk Warning menuju SDGs terdiri dari 17 (tujuh belas) buah paper.**

Memahami kembali ancaman bencana dari faktor geologi, hidrometeorologi, biologi, dan kegagalan teknologi.

**4. Paradigma Baru dalam Risk Communication menuju SDGs terdiri dari 12 (dua belas) buah paper.**

Mengkomunikasikan risiko bencana: dari pengetahuan ke kebijakan, dari pengetahuan ke praktis, dari praktis ke kebijakan, dan dari praktis ke pengetahuan.

Semoga prosiding ini dapat bermanfaat dan menjadi referensi bagi para akademisi, birokrat, lembaga riset, para praktisi PB, dan anggota masyarakat peduli bencana dalam mengembangkan riset-riset pengurangan risiko bencana utamanya pengembangan sistem peringatan dini (Early Warning System) untuk bencana tsunami, banjir/banjir bandang, kekeringan, kebakaran lahan dan hutan, dan gerakan massa/tanah longsor yang menjadi fokus riset IABI tahun 2014-2017.

Akhir kata, terimakasih kami ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pembuatan dan penyelesaian prosiding PIT Riset Kebencanaan Ke-3 ini.

Bandung, September 2016

Ketua Tim Editor

# DAFTAR ISI

|                         | Halaman |
|-------------------------|---------|
| Pengantar Redaksi ..... | iii     |
| Daftar Isi .....        | v       |

## SUBTEMA 1 AGLOMERASI DALAM KONTEKS PRB

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ANALISIS SPASIAL KERENTANAN WILAYAH DI KAWASAN RAWAN BENCANA BANJIR LAHAR GUNUNGAPI KELUD<br><b>Dyah R. Hizbaron, Danang Sri Hadmoko, Estuning Tyas Wulan M, Sigit Heru Murti BS., Purwita Eka S., Achmad Fandir T., Mertiara R.T.L., Budi Utama P.</b> .....                                                | 1-7   |
| BELAJAR DARI PERENCANAAN REGIONAL PURBA SITUS-SITUS ARKEOLOGIS G. PENANGGUNGAN, JAWA TIMUR (PENGARUH VULKANOSTRATIGRAFI PADA POLA SEBARAN DAN KONDISI SITUS ARKEOLOGIS DI G. PENANGGUNGAN, JAWA TIMUR)<br><b>Eko Teguh Paripurno, Purbudi Wahyuni, Girindra Pradhana, Wiratama Putra, Geri Prabowo</b> ..... | 8-11  |
| STRATEGI DAN KOORDINASI KEBIJAKAN PENGUATAN KAPASITAS MASYARAKAT DALAM PENGURANGAN RISIKO BENCANA<br><b>Nurrokhmah Rizqihandari, Ratri Candra Restuti, Fathia Hashilah</b> .....                                                                                                                             | 12-29 |
| MUATAN ASPEK KEBENCANAAN PERATURAN PEMERINTAH NO. 26 TAHUN 2008 TENTANG RENCANA TATA RUANG WILAYAH NASIONAL<br><b>Djoko Santoso Abi Suroso</b> .....                                                                                                                                                         | 30-34 |
| BENCANA DAN PARIWISATA: PERAN PARIWISATA PASCA ERUPSI GUNUNG MERAPI<br><b>Arief Rosyidie, Saut H Aritua Sagala, Febriana</b> .....                                                                                                                                                                           | 35-41 |
| DAMPAK LETUSAN GUNUNG KELUD TERHADAP WILAYAH SEKITAR<br><b>Arief Rosyidie</b> .....                                                                                                                                                                                                                          | 42-47 |
| PENGEMBANGAN MODEL PERENCANAAN EVAKUASI TSUNAMI UNTUK PENENTUAN JUMLAH DAN LOKASI TES (TEMPAT EVAKUASI SEMENTARA) DENGAN MODIFIKASI PROGRAM ESCAPE<br><b>Harkunti Pertiwi Rahayu dan Kamelia Octaviani</b> .....                                                                                             | 48-61 |

## SUBTEMA 2 PARADIGMA BARU DALAM PENGURANGAN RISIKO BENCANA BERKELANJUTAN

|                                                                                                                                                                                                                                         |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| PROSES DAN MANFAAT HUNIAN SEMENTARA BAGI KORBAN GEMPA DAN TSUNAMI 2010 DI PULAU PAGAI SELATAN KEPULAUAN MENTAWAI<br><b>Nasfryzal Carlo, Hidayatul Irwan, Eko Alvares, Eva Rita</b> .....                                                | 62-69 |
| DESAIN DAN APLIKASI DRONMAG-1216T UNTUK MONITORING AKTIVITAS GUNUNGAPI BERDASARKAN PERUBAHAN INTENSITAS KEMAGNETAN BUMI<br><b>Zahidah Sholehah, Didi Ardiansyah, Nanang Kurniawan, Windu Nur Hardiranto, Syamsurijal Rasimeng</b> ..... | 70-77 |
| PRA STUDI PEMBUATAN PELINDUNG API DARI PASTA GEOPOLIMER SEBAGAI SISTEM PERLINDUNGAN API PASIF<br><b>Fransisca Maria Farida, Adang Surahman</b> .....                                                                                    | 78-84 |

# DESAIN DAN APLIKASI DRONMAG-1216T UNTUK MONITORING AKTIVITAS GUNUNGAPI BERDASARKAN PERUBAHAN INTENSITAS KEMAGNETAN BUMI

Oleh:

**Zahidah Sholehah<sup>1</sup>, Didi Ardiansyah<sup>2</sup>, Nanang Kurniawan<sup>2</sup>, Windu Nur Hardiranto<sup>2</sup>,  
Syamsurijal Rasimeng<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Strata Satu Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung,  
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia  
Email: zahidashl@gmail.com

<sup>2</sup>Mahasiswa Strata Satu Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung,  
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia  
Email: windunurh@gmail.com

<sup>3</sup>Pusat Kajian Mitigasi Bencana Fakultas Teknik, Universitas Lampung,  
Jl. Prof. Dr. Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia  
Email: syamsurijal.rasimeng@eng.unila.ac.id

## Abstrak

Telah dilakukan desain alat ukur intensitas medan magnet total bumi menggunakan tipe sensor Adafruit-HMC5883 dan dilengkapi dengan global positioning system untuk pengukuran posisi. Alat ukur tersebut diberi nama DronMAG-1216T. DronMAG-1216T dihubungkan dengan micro-controller sehingga memungkinkan dilakukan pengukuran intensitas medan magnet bumi secara otomatis dan tersimpan pada memori. DronMAG-1216T juga digerakkan oleh wahana drone sehingga memungkinkan untuk bergerak bebas di udara, dengan sistem remote control untuk mengatur pergerakan dan arah pengukuran DronMAG-1216T tersebut. DronMAG-1216T didesain untuk mengefektifkan pengukuran intensitas medan magnet bumi. Salah satu obyek penerapan DronMAG-1216T adalah pengukuran intensitas kemagnetan bumi di daerah gunungapi, dimana perubahan intensitas kemagnetan bumi menjadi salah satu parameter dalam monitoring aktivitas magma pada gunungapi. Penggunaan DronMAG-1216T sangat efektif untuk diterapkan karena akan mempermudah akuisisi data magnetik pada wilayah gunungapi aktif, sehingga dapat dilakukan langkah-langkah mitigasi bencana gunungapi untuk memperkecil risiko yang dapat ditimbulkan.

**Kata kunci:** DronMAG-1216T, mitigasi, gunungapi, medan magnet.

## 1. PENDAHULUAN

Metode magnetik merupakan metode yang memanfaatkan respon nilai suseptibilitas batuan di bawah permukaan dengan merekam nilai magnetik total di suatu titik pengukuran. Salah satu sifat kemagnetan adalah akan berkurang nilai magnetisasinya jika terkena panas. Prinsip ini dapat dimanfaatkan dalam mitigasi bencana gunungapi aktif. Ketika magma pada tubuh gunungapi mengalami kenaikan hal ini akan berpengaruh pada turunnya nilai medan magnet batuan di sekitarnya. Jika kenaikan magma yang berpotensi erupsi dapat diketahui lebih dini maka mitigasi bencana dapat dilakukan secepat mungkin. Begitu pula sebaliknya ketika magma pada tubuh gunungapi mulai turun, nilai medan magnet batuan di sekitarnya akan kembali naik. Kejadian naiknya nilai kemagnetan batuan dapat menjadi parameter tingkat kewaspadaan akan ada atau tidaknya erupsi susulan.

Umumnya akuisisi magnetik dilakukan menggunakan *magnetometer proton* atau *fluxgate* dengan berjalan kaki atau menggunakan pesawat penumpang (*Airborne Magnetic*). Pada kasus gunungapi aktif akuisisi menggunakan *magnetometer* dengan berjalan kaki memiliki risiko tinggi karena tidak stabilnya konstruksi batuan di sekitar kawah gunungapi aktif. Maka pengukuran yang dilakukan biasanya menggunakan helikopter dengan menggantungkan sensor magnetik. Namun penggunaan pesawat dalam akuisisi medan magnet dirasa kurang efisien dalam segi pendanaan dan *noise* yang dihasilkan dari besi berat pada pesawat.

Penggunaan DroMAG-1216T dalam akuisisi data magnetik pada gunungapi aktif akan mempermudah proses akuisisi karena akuisisi dapat dilakukan dengan menggunakan *remote control*. Penggunaan DroMAG-1216T dapat mempermudah akuisisi data magnetik pada wilayah gunungapi aktif dalam hal mitigasi bencana dengan mengurangi risiko kehilangan nyawa dan efisiensi waktu ketika *monitoring* aktivitas magma dalam tubuh gunungapi sebelum atau sesudah erupsi terjadi.

## 2. METODE

Metode yang dilakukan dalam percobaan ini adalah dengan menggabungkan *drone* dengan sensor magnetik. Intensitas medan magnet dipermukaan bumi diukur menggunakan sensor magnetometer. Hasil pengukuran dari sensor magnetometer ini merupakan penjumlahan dari medan magnet bumi utama, variasi medan magnet bumi yang berhubungan dengan anomali medan magnet regional, medan magnet remanen dan variasi harian akibat aktivitas matahari.

$$\Delta H = H_{total} + \Delta H_{harian} + H_o$$

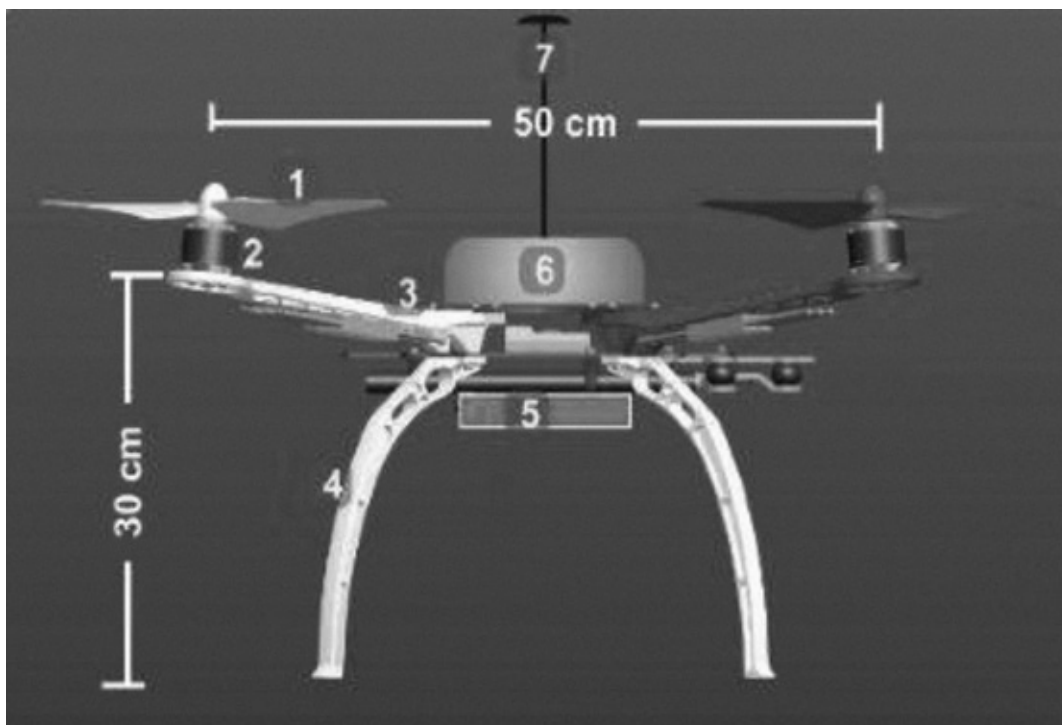
Dengan Keterangan:

- $\Delta H$  = Anomali Medan Magnet Regional
- $H_{total}$  = Medan Magnet Bumi Total
- $\Delta H_{harian}$  = Variasi Harian Medan Magnet
- $H_o$  = Medan Magnet Utama Bumi (IGRF)

Dengan desain *drone* yang perekaman dijalankan dengan simulasi seperti pengukuran magnetik dengan *airbornemagnetic*. Data yang terekam melalui sensor magnetik tersimpan dalam *memory* selama perekaman berlangsung.

## 3. HASIL

### 3.1. Desain Drone

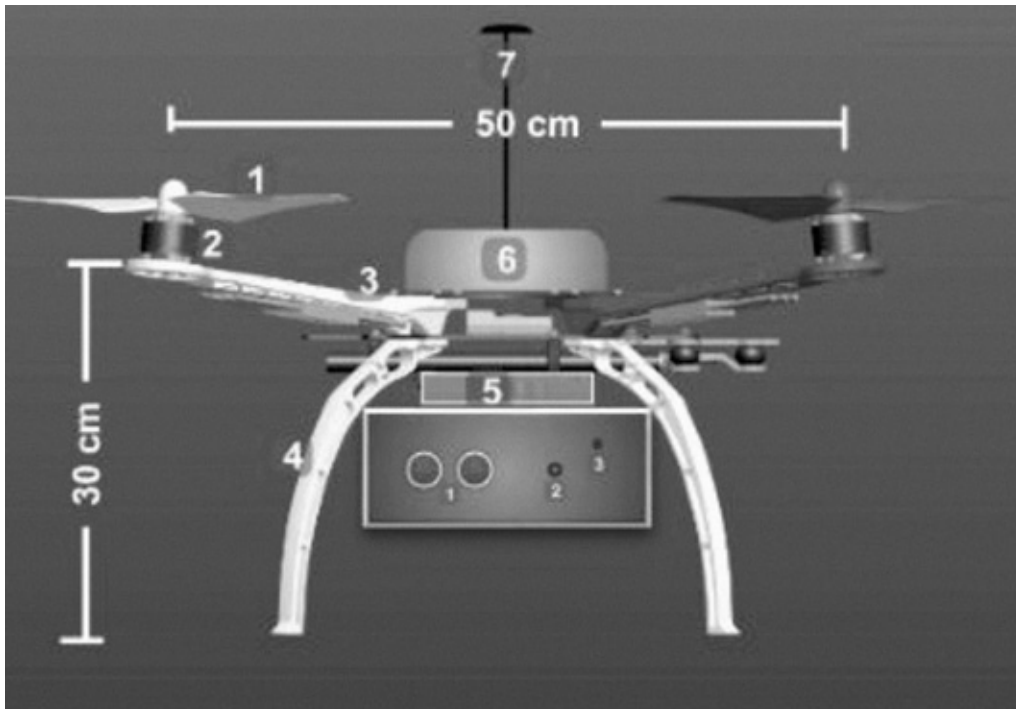


Gambar 1. Dimensi *Frame Quad Copter*.

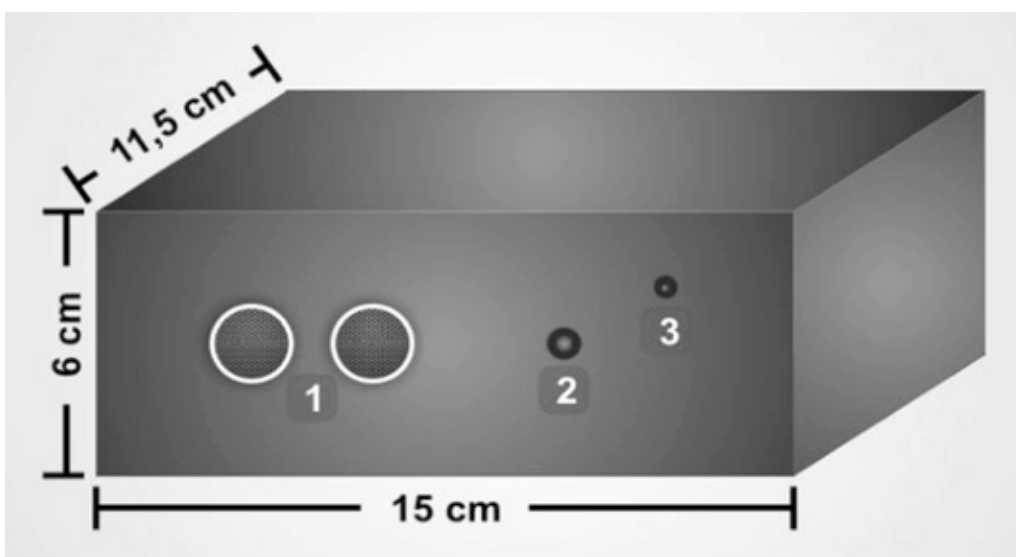
Keterangan:

1. *Propeller* menggunakan 11,5 inch.
2. *Motor rc timer* 530 KV.
3. *Frame* dengan panjang 50 cm
4. *Landing skit* f450
5. Baterai lipo 5200 mah 45c
6. Komponen utama (APM, Telemetri, Module)
7. GPS

Tambahan *power module* sebagai *inverter* baterai lipo dari 12 volt menjadi keluaran 5 volt ke komponen *quad copter* yang lainnya.



Gambar 2. Dimensi *Frame Quad Copter* dengan Sensor.



Gambar 3. Sensor *Magnetometer*.



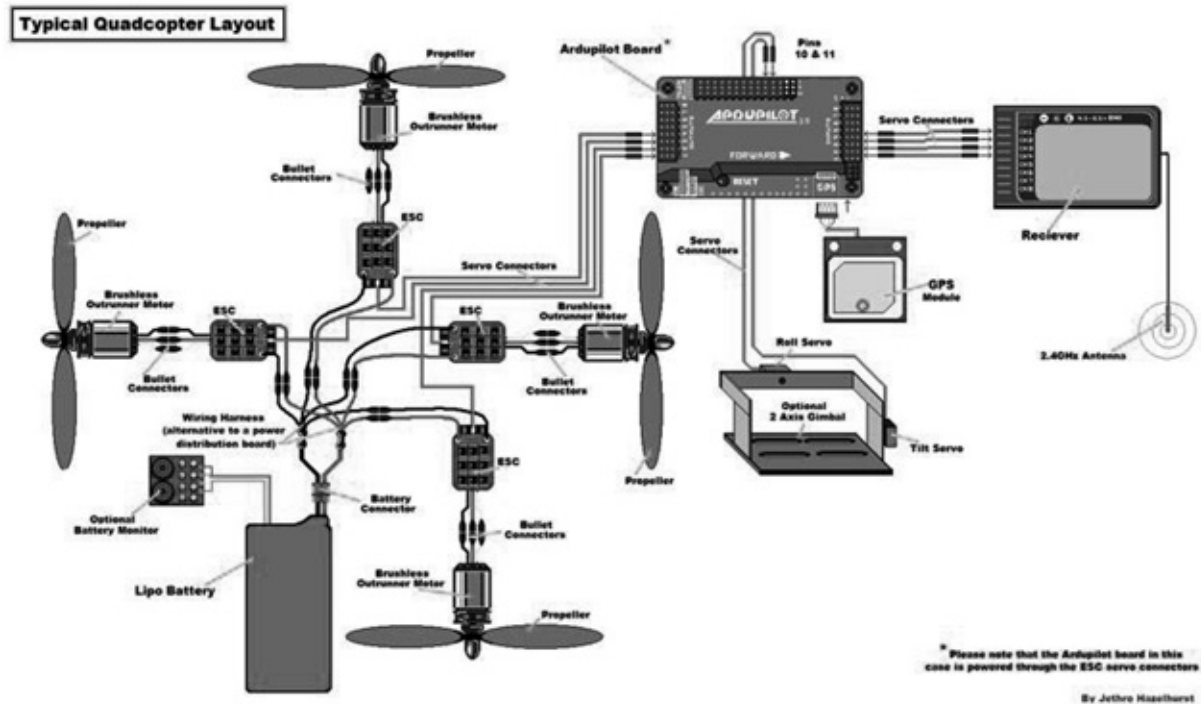
Keterangan:

Gambar Kenampakan Bawah Sensor

8. Sensor Magnetik

9. Lampu Indikator *On* atau *Off*

10. Lampu Indikator *Record* atau *Non Record*



Gambar 4. Wiring Diagram Quad Copter.

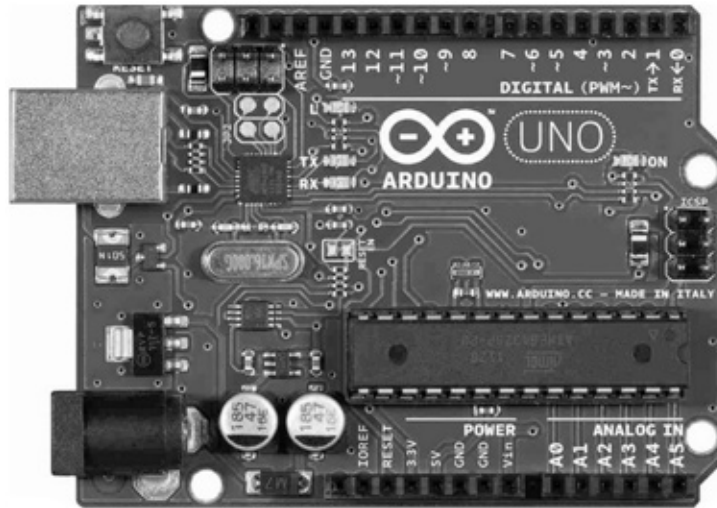
Wahana *drone* yang digunakan pada percobaan ini menggunakan desain *multicopter* dengan jumlah motor *brushless* 4 buah (*quad copter*). Adapun prinsip kerja dari *quad copter* sendiri dapat dilihat pada *wiring diagram* di atas. Menggunakan *ardupilot* sebagai kontroler penerbangan kemudian 4 buah *Electric Speed controller* (ESC) sebagai pengatur kecepatan dari motor *brushless*. Menggunakan daya baterai lipo 5200 mah dengan *powermodule* sebagai *inverter* tegangan dari baterai ke sistem ESC dan APM. Menggunakan telemetry 915MHz yang berfungsi sebagai komunikasi data ketika wahana sedang terbang dan bisa dipantau sekaligus dikendalikan dengan *Ground Control System* (GCS), pada kasus ini kami menggunakan *GCS Mission Planner*. Kemudian menggunakan *remote control* sebagai manual pengendali wahana ketika *take off* dan *landing* ataupun ketika terbang di udara dengan menggunakan module *remote control Fr-Sky* dan *remote control Turnigy 9XR*.

## 3.2. Desain Sensor

### 3.2.1. Perangkat Keras Untuk Sistem Pemantauan

#### 1. Arduino Uno

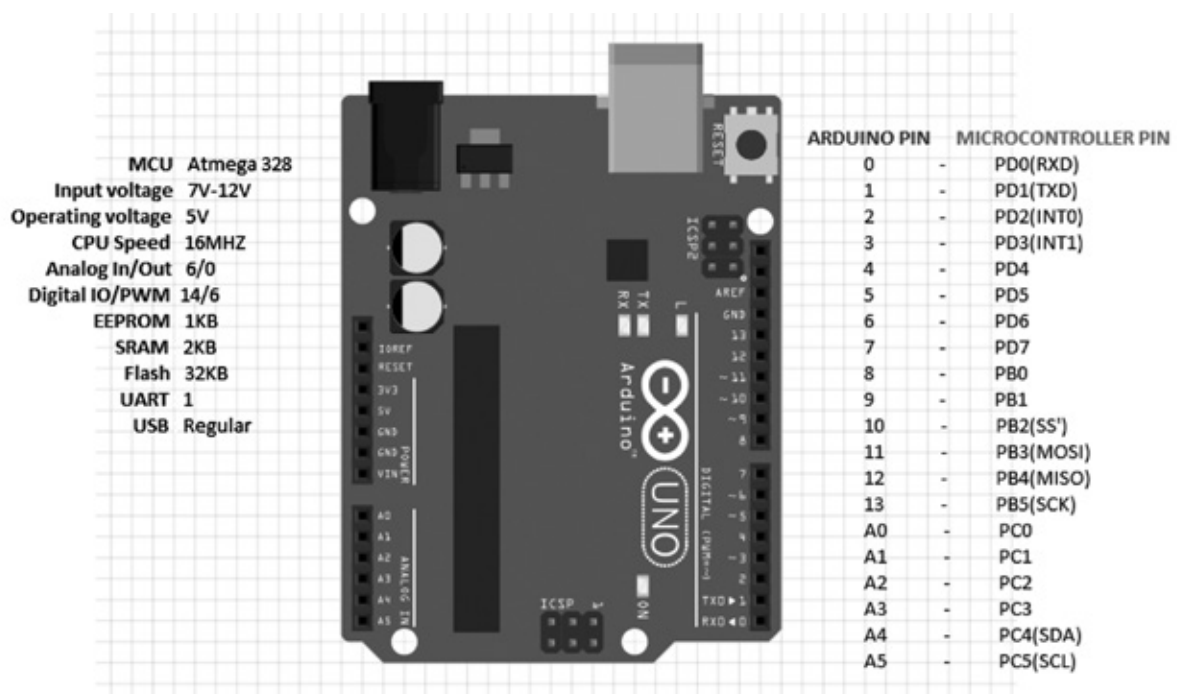
Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis Atmega 328 P. Memiliki 14 pin *input/output* digital dimana 6 pin diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM, serta 6 pin *input* analog, 16 MHz Osilator Kristal, Koneksi USB, serta ICSP Header. Seperti ditunjukkan pada gambar 1.1. Untuk menjalankan Arduino Uno cukup menghubungkannya dengan USB Komputer dapat juga menggunakan adaptor AC ke adaptor DC 5 Volt atau 12 Volt serta dapat juga menggunakan baterai.



Gambar 5. Arduino Uno Tampak Atas.

Adapun spesifikasi Arduino Uno adalah sebagai berikut:

- a. Daya  
 Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya *external* (non otomatis). Kisaran Kebutuhan daya yang disarankan untuk Arduino Uno adalah 7 sampai 12 Volt, jika diberi tegangan 5 Volt kemungkinan pin Vcc 5 Volt dapat bekerja tidak stabil sedangkan jika diberikan tegangan lebih dari 12 Volt dapat merusak regulator tegangan pada *board* Arduino Uno.
- b. Memory  
 ATmega 328 memiliki *memory* 32 kb dengan 0,5 kb digunakan untuk *bootloader*, 2 KB dari SRAM dan 1 KB dari EEPROM.
- c. Input dan Output  
 Konfigurasi pin dari Arduino Uno dapat dilihat pada gambar berikut ini:



Gambar 6. Arduino Uno pin Mapping.

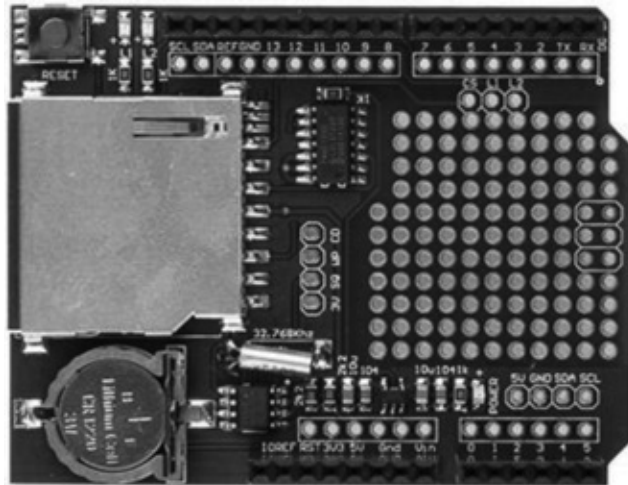
Masing-masing 14 pin Arduino Uno dapat digunakan sebagai pin *input output* 6 diantaranya dapat digunakan sebagai *output* PWM 8 bit yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10 dan 11, serta pin 0 (TX) dan 1 (RX) untuk komunikasi serial, serta pin 10(SS), 11(Mosi), 12(Miso), dan 13(SCK) untuk komunikasi SPI.

d. Komunikasi

Arduino Uno memiliki beberapa fasilitas untuk komunikasi baik dengan mikro kontroler lain maupun dengan komputer, fasilitas tersebut antara lain komunikasi Serial UART TTL (5 Volt), SPI, serta I2C.

2. *Shield Data Logger* (Perekam Data)

*Shield Data Logger* merupakan suatu alat elektronika yang difungsikan sebagai perekam data dari waktu ke waktu baik yang berinteraksi dengan sensor dan instrumen di dalamnya maupun *external* sensor dan instrumen. Berikut ini merupakan gambar *Shield Data logger*.

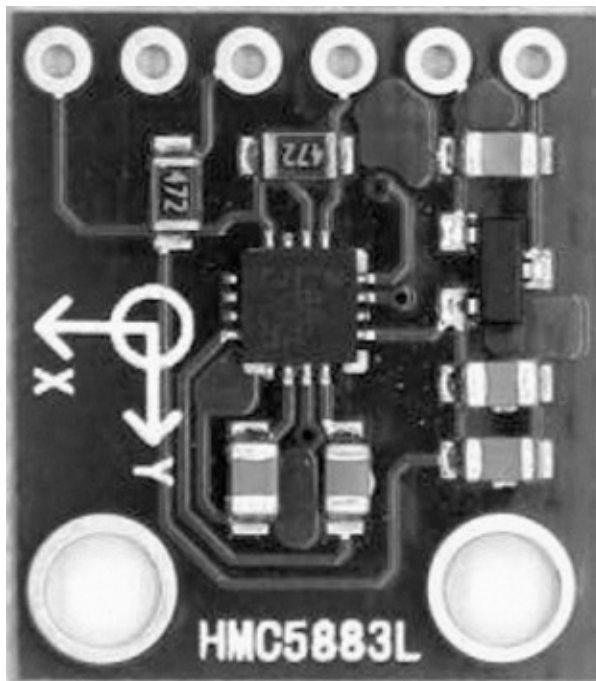


Gambar 7. *Shield Data logger* dengan RTC.

*Shield Data Logger* dilengkapi dengan RTC merupakan jam elektronik berupa *chip* yang dapat menghitung waktu (mulai detik hingga tahun) dengan akurat dan menjaga/ menyimpan data waktu tersebut secara *real time*. Karena jam tersebut bekerja *real time*, maka setelah proses hitung waktu dilakukan *output* datanya langsung disimpan atau dikirim ke perangkat lain melalui sistem antar muka. Selain RTC *Shield data logger* juga dilengkapi dengan slot SD Card yang berfungsi untuk slot memori penyimpanan data.

3. Sensor HMC5883L

Sensor HMC5883L merupakan sebuah sensor magnet yang terkemas dalam sebuah *surface mount* 3.0x3.0x0.9 mm 16-pin *leadless chip carrier* (LCC). HMC5883L tersusun atas sensor resistif magnet beresolusi tinggi dengan demagnetisasi otomatis, penghilang offset dan ADC 12-bit untuk pengukuran medan magnet bumi dengan resolusi tinggi. Menggunakan teknologi *anisotropic magneto-resistive* (AMR) Honeywell, HMC5883L menyediakan kepresisian lebih pada sensitifitas dan linieritas sumbu dan dirancang untuk mengukur kedua arah dan medan magnet bumi. Berikut ini gambar mengenai sensor HMC5883L LCC yang telah disusun pada papan pcb diintegrasikan dengan komponen lain.



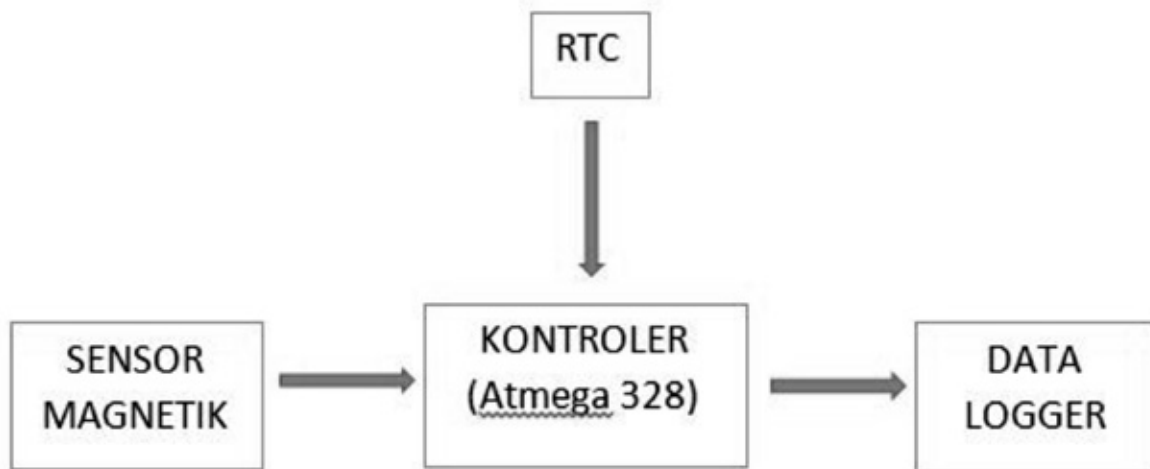
Gambar 8. Sensor HMC5883L.

Sensor ini memiliki spesifikasi ADC 12 bit yang terkopling dengan sensor ARM *low noise* yang akan menghasilkan resolusi 2 mili Gauss pada medan  $\pm 8$  Gauss. Akurasi kompas yang dimiliki sensor ini adalah 1-2 derajat. Memiliki tegangan kerja yang rendah yaitu (2,1-3.6 Volt) serta konsumsi daya yang rendah (100 $\mu$ A). Serta tersedia antar muka digital I2C. Sehingga sensor ini dapat digunakan pada lingkungan dengan medan magnet yang kuat dengan akurasi 1-2 derajat.

**3.2.2. Gambaran Sistem yang Akan Dibuat**

Sistem yang akan dibuat adalah alat ukur medan magnet menggunakan sensor HMC5883L kemudian data dari pengukuran tersebut akan diolah dengan mikro kontroler ATmega 328 P yang telah terintegrasi pada *board* Arduino Uno. Setelah data diolah maka data tersebut akan disimpan pada *data logger* berupa data

Excel dimana pada data tersebut diperoleh data pengukuran berupa 3 axis x, y, z serta waktu pengambilan data tersebut. Hasil dari data tersebut nantinya akan disinkronisasi dengan data GPS pada *Quad copter*. Berikut ini diagram blok dari sistem yang akan dibuat:



Gambar 9. Diagram Blok Sistem Alat Ukur.

### 3.3. Aplikasi DroMAG-1216T

Untuk keperluan mitigasi bencana gunungapi, pengukuran data magnetik dengan resolusi spasial yang cukup tinggi perlu dilakukan secara sistematis pada semua gunungapi aktif. Kemajuan dalam bidang instrumentasi magnetik dan navigasi memungkinkan pengukuran data magnetik secara *airborne* yang disebut sebagai survei aeromagnetik (Grandis dkk, 2016).

Selain pemetaan anomali magnetik yang bersifat statik dapat pula dilakukan pengukuran medan magnetik secara kontinu sebagai bagian dari pemantauan aktivitas gunungapi aktif. Penelitian yang telah dilakukan di Gunung Merapi menunjukkan adanya perubahan anomali magnetik periode sangat panjang (lebih dari 10 tahun), periode menengah (1-2 tahun) dan periode pendek (dalam orde bulan). Perubahan anomali magnetik periode menengah diduga berkorelasi kuat dengan periode aktivitas Gunung Merapi (Zlotnicki dkk, 2000).

Dengan asumsi bahwa temperatur magma telah melampaui temperatur Curie batuan maka magma tidak memiliki sifat kemagnetan atau memiliki intensitas magnetisasi lebih rendah relatif terhadap batuan sekitarnya. Kondisi tersebut dapat menimbulkan anomali magnetik yang bervariasi sesuai dengan perubahan posisi magma selama proses aktivitas vulkanik. Grandis dkk (2004) melakukan simulasi yang menggambarkan perubahan anomali magnetik pada beberapa titik di sekitar puncak sebagai respons perubahan posisi benda anomali non-magnetik yang bergerak secara bertahap naik dari kedalaman 5000 meter mendekati permukaan bumi.

Mogi dkk (2003) juga melakukan simulasi erupsi Usu Volcano (Hokkaido, Jepang) pada tahun 2000 dan berhasil memperoleh pola perubahan anomali magnetik yang sesuai dengan pengamatan. Simulasi data tersebut mengindikasikan adanya letusan menyamping (*lateral blast*). Keberhasilan pemantauan gunungapi aktif dengan pengukuran anomali magnetik secara kontinu cukup menjanjikan, terutama untuk prediksi aktivitas vulkanik jangka menengah. Hal tersebut dimaksudkan sebagai komplemen pemantauan seismisitas dengan jangka yang lebih pendek. Oleh karena itu penelitian lebih lanjut dan implementasi di lapangan perlu segera dilakukan secara intensif.

Aplikasi dari DroMAG-1216T pada *paper* ini dilakukan untuk menjawab tantangan tersebut. DroMAG-1216T diterbangkan untuk mendapatkan data nilai anomali magnetik pada wilayah gunungapi secara prediktif dengan data yang ada pada saat kejadian erupsi gunungapi. DroMAG-1216T diterbangkan setelah letusan pertama terjadi. Hal ini dilakukan untuk memprediksi letusan susulan dengan melihat perubahan nilai magnetik di sekitar gunungapi. Ketika nilai magnetik di sekitar gunungapi rendah maka dapat diprediksi bahwa terjadi kenaikan magma atau benda anomali non-magnetik yang bergerak ke permukaan yang berisiko menjadi letusan susulan.

## 4. DISKUSI

DroMAG-1216T dapat melakukan pengukuran secara otomatis dengan memasukkan titik *latitude* dan *longitude* sesuai dengan lokasi pengukuran nilai medan magnet yang diinginkan, yang dalam hal ini adalah pemantauan aktivitas magma pada gunungapi aktif. DroMAG-1216T menggunakan sistem terbang Auto, yaitu wahana diterbangkan dari *home* dan akan kembali ke *home* setelah melakukan pengukuran. Sistem pengambilan data intensitas kemagnetan bumi dilakukan secara otomatis, kemudian data disimpan dalam sebuah memori yang dapat di akses dalam bentuk data Excel. Perangkat yang digunakan dalam sistem perekaman ini disebut *data logger* yang telah *input* dalam DroMAG-1216T. Waktu perekaman data telah tersinkronisasi dalam DroMAG-1216T sehingga data diambil sesuai dengan waktu sebenarnya. Jarak tempuh dengan baterai yang digunakan mampu terbang sejauh kisaran 3.600 meter.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Telah dirancang desain DroMAG-1216T sebagai alat *monitoring* aktivitas gunungapi berdasarkan perubahan intensitas kemagnetan bumi. DroMAG-1216T diharapkan dapat menjadi alternatif mitigasi bencana gunungapi pada Paradigma Baru dalam pengurangan Risiko Bencana berkelanjutan.

### 5.2. Saran

Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut terhadap sensor magnetik yang digunakan. Perlu dilakukan pengkalibrasian terhadap hasil *output* dari DroMAG-1216T, dengan magnetometer yang umumnya digunakan sebagai alat ukur magnetik.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan ke hadirat Allah SWT atas nikmat dan rahmat-Nya sehingga *paper* ini dapat selesai. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Syamsurijal Rasimeng S.Si., M.Si. selaku pembimbing dalam perancangan Desain DroMAG-1216T. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada segenap mahasiswa Teknik Elektro Universitas Lampung, Windu Hardiranto, Nanang Kurniawan dan Didi Ardiansyah yang telah berkontribusi penuh dalam perancangan wahana *drone* dan sensor magnetik.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Grandis, H., Widarto, D.S., Yudistira, T., dan Herawati A., 2004, Simulasi Fenomena Volcano-magnetik menggunakan Pemodelan magnetik 3-D. Prosiding PIT HAGI ke-29, Yogyakarta.
2. Grandis, H., Abidin, Hasanuddin Z., Soemintadiredja, Prihadi, Herdianita, Niniek R., Santoso, Djoko., 2016. Gunung-Api dan Mitigasi Bencana Erupsi. [www.academia.edu/18335513/gunung-Api\\_dan\\_Mitigasi\\_Bencana\\_Erupsi](http://www.academia.edu/18335513/gunung-Api_dan_Mitigasi_Bencana_Erupsi)
3. Dwipakresna, Ida Bagus Made. 2015. Rancang Bangun Pemantauan dan Pengendalian Kondisi Lingkungan GREENHOUSE untuk Tanaman Paprika dengan Teknologi Zigbee. Fakultas Teknik. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
4. Kadir, Abdul. 2012. Panduan praktis mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino. Penerbit Andi: Yogyakarta.
5. Mogi, T., Sato, H., Saba, M., Tanimoto, K., Nishida Y., Takada, M., Utsuki, M., Hashimoto, T., and Sasai, Y., 2003, Electric and magnetic Field Change Associated with the 2000 usu Volcano Eruption. IUGG General Assembly.Sapporo-Japan.
6. Tamtomi, M. Yusuf. 2015. Rancang Bangun Wahana Udara Tanpa Awak V-TOL sebagai Wahana Identifikasi Dini Kondisi Udara Berbasis Video Sender. Fakultas Teknik. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
7. Zlotnicki, J., Brof, M., Perdereau, L., Yvetot, P., Tjetjep, W., Sukhyar, R., Purbawinata, M.A., and Suharno, 2000, Magnetic monitoring at Merapi Volcano, Indonesia. J. Volcanol geotherm.Res, 100,321-336.