

IDENTIFIKASI JALUR SESAR MINOR GRINDULU BERDASARKAN DATA ANOMALI MEDAN MAGNET

IDENTIFICATION OF GRINDULU MINOR FAULT LINES BASED ON MAGNETIC FIELD ANOMALY DATA

Oleh: Aryo Seno Nurrohman¹⁾, Nugroho Busi Wibowo²⁾, dan Denny Darmawan¹⁾

1) Jurdik Fisika FMIPA UNY

2) BMKG, Stasiun Geofisika, Yogyakarta
aryoniam@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui arah sesar, pola anomali medan magnet dan struktur bawah permukaan di sesar minor Grindulu di Kecamatan Arjosari. Pengambilan data anomali medan magnet dilakukan sebanyak 19 titik dengan spasi *grid* 500 m dengan menggunakan alat *Proton Precession Magnetometer* (PPM) model G-856AX dengan metode *looping*. Hasil penelitian ini menunjukkan sesar Minor Grindulu memiliki arah N32°E. Pola anomali medan magnet di wilayah sesar minor Grindulu berada di sekitar nilai -360 nT sampai 120nT. Struktur bawah permukaan di Kecamatan Arjosari terdiri dari formasi Arjosari dan formasi Mandalika yang didominasi oleh batuan lava dan breksi tufa dengan nilai suseptibilitas 1,7 (dalam SI) dan 1,2 (dalam SI) pada kedalaman (200-400) m.

Kata-kata kunci: Metode Geomagnet, Sesar Minor Grindulu, Suseptibilitas, Anomali Medan Magnet

Abstract

This research aimed to determine the fault direction, pattern of magnetic field anomaly and the subsurface structure of Grindulu minor fault in Arjosari subdistrict. Magnetic field anomaly data acquisitions were taken from 19 points with 500 m grid spacing using Proton Precession Magnetometer (PPM) type G-856AX with looping method. The results indicate that Grindulu minor fault has a N32°E direction. Pattern of magnetic field in Grindulu minor fault was around -360nT to 120 nT. The subsurface structure of Grindulu Minor fault in Arjosari subdistrict was composed by Arjosari formation and Mandalika formation dominated by rocks lava and breccia tufa with susceptibility of 1.7 (in the SI) and 1.2 (in the SI) at the depth of (200-400)m.

Keywords: Geomagnetic Method, Grindulu Minor Fault, Suseptibility, Magnetic Field Anomaly

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah pertemuan 3 lempeng tektonik besar, yaitu lempeng Indo-Australia di bagian Selatan, lempeng Eurasia di bagian Utara, dan lempeng Pasifik di bagian Timur (Ibrahim, 2005). Pertemuan lempeng Indo-Australia dengan lempeng Eurasia terjadi di lepas pantai Sumatra, Jawa dan Nusatenggara, sedangkan pertemuan Lempeng Pasifik terjadi di utara Irian dan Maluku utara. Di sekitar lokasi pertemuan lempeng ini, akumulasi energi pertemuan lempeng terkumpul di mana lapisan

kerak bumi tidak sanggup lagi menahan tumpukan energi sehingga energi tersebut terlepas dalam bentuk gempa bumi. Pelepasan energi ini dapat menimbulkan berbagai dampak terhadap keadaan di permukaan bumi seperti terjadinya percepatan gelombang seismik, tsunami, longsor, dan *liquefaction*.

Daerah Pacitan dan sekitarnya secara regional merupakan zona peralihan antara jalur subduksi Zaman Kapur dengan Zaman Tersier (Purwanto,1997). Struktur yang berkembang di daerah Pacitan dan sekitarnya adalah lipatan,

sesar dan kekar (Sampurna, 1997). Sesar di daerah Pacitan dan sekitarnya umumnya merupakan sesar turun dan sesar geser. Sesar-sesar geser pada umumnya mempunyai arah barat laut-tenggara dan timur laut-barat daya. Sesar yang berarah timur laut-barat daya mempunyai jenis mendatar mengiri, sedangkan yang berarah barat laut-tenggara mempunyai pergerakan menganan (Sudrajat, 1993).

Salah satu sesar di Pacitan adalah sesar Grindulu. Sesar Grindulu merupakan sesar yang terbentuk pada zaman kwarter yang berorientasi timurlaut-baratdaya dan berada di Pulau Jawa sebelah Selatan. Sesar Grindulu merupakan jalur patahan lempeng benua yang membentuk Pulau Jawa, yang membentang di lima kecamatan, yakni Kecamatan Bandar, Nawangan, Unung, Arjosari, serta Donorojo. Sesar mayor sendiri memiliki sesar-sesar minor yang tersebar di beberapa Kecamatan di Kabupaten Pacitan (Purwanto, 1997). Sesar yang terletak di Kecamatan Arjosari menunjukkan adanya aktivitas gerakan tanah disertai suara gemuruh yang terjadi pada tanggal 10 Januari 2014 yang mengakibatkan cukup banyak kerusakan, di antaranya adalah terjadinya retakan pada dinding bangunan pada sebagian besar bangunan di Dusun Ngasem dengan lebar beberapa millimeter sampai dengan 3 cm. Menurut informasi penduduk retakan semakin berkembang dan melebar setelah terjadi hujan lebat. Gerakan tanah ini mengancam 39 rumah. Lokasi bencana gerakan tanah ini secara geografis terletak pada koordinat $111^{\circ}12'20,7''$ BT dan $-8^{\circ}5'57,6''$ LS (ESDM, 2014).

Berdasarkan data-data di atas terdapat beberapa permasalahan, antara lain adalah

informasi mengenai sesar minor Grindulu yang masih kurang serta informasi mengenai struktur dan batuan penyusun dan arah sesar sesar minor Grindulu yang masih terbatas. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola anomali medan magnet sesar minor Grindulu dan mengidentifikasi arah dan struktur bawah permukaan sesar minor Grindulu.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 1 s.d. 3 April 2015 dari pukul 08.00 s.d. 17.00 WIB. Pengumpulan data anomali medan magnet secara langsung di Kecamatan Arjosari, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur dengan koordinat geografis 8.10° BT- 8.09° BT dan 111.12° LS – 111.15° LS.

Instrumen-instrumn yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Perangkat lunak : *Google Earth, Global Mapper, Magpick, Mag2DC, Surfer 10, dan Microsoft Office.*
2. Perangkat keras : *Proton Precession Magnetometer (PPM) tipe G-856AX, Global Positioning System (GPS) Garmin, kompas, dan tabel pengambilan data.*

Proses pengambilan data terbagi atas dua tahap yaitu tahap desain survei dengan mengambil lintasan secara *cross section* horizontal dan vertikal sehingga diharapkan dapat memotong garis sesar dengan jarak antar titik pengukuran 500 m. Pada penelitian ini pengukuran dilakukan dengan menggunakan *looping*, yaitu pengukuran dimulai dari *base* dan diakhiri di *base* lagi, dimana satu alat PPM menjadi *base* sekaligus *rover*. Dengan demikian satu alat PPM ini digunakan untuk mencatat nilai variasi harian sekaligus intensitas medan magnet

total. Tahap selanjutnya adalah pengambilan data. Hasil dari survei penentuan lokasi didapatkan sebanyak 19 titik yang dapat dijadikan tempat pengambilan data anomali medan magnet.

Teknik Analisis Data

Data hasil pengukuran merupakan data mentah berupa anomali medan magnet yang masih terpengaruh oleh beberapa gangguan. Untuk menghilangkan gangguan tersebut dilakukan beberapa koreksi, yakni:

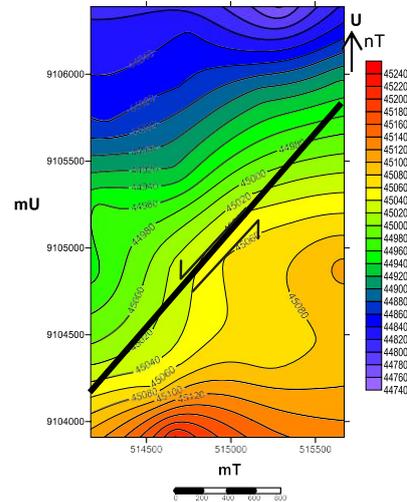
1. Koreksi Variasi harian dan IGRF untuk menghilangkan pengaruh medan magnet luar dan medan magnet utama bumi (IGRF).
2. Koreksi Topografi untuk mengetahui apakah ketinggian berpengaruh terhadap hasil data anomali medan magnet di daerah penelitian.
3. Reduksi ke Kutub untuk mengubah arah medan magnet menjadi monopol.
4. Koreksi Efek Regional untuk menghilangkan pengaruh lokal yang berasal dari sumber-sumber di permukaan dan memperjelas pengaruh anomali regional.
5. Interpretasi untuk mengetahui posisi struktur geologi bawah permukaan yang ada di daerah penelitian.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Medan Magnet Total

Anomali medan magnet total diperoleh dari pengambilan data di lapangan. Setelah didapatkan nilai medan magnet, dilakukan pengolahan sehingga dihasilkan kontur medan magnet total. Gambar 1 menunjukkan kontur medan magnet di wilayah Arjosari yang memiliki kisaran nilai medan magnet total antara 45240 nT – 44740 nT. Pada Gambar 1 pula terlihat perbedaan klosur antara bagian utara dan selatan. Klosur medan magnet bagian utara terlihat lebih rapat

dibandingkan dengan klosur medan magnet bagian selatan. Perbedaan klosur ini dapat menunjukkan adanya sesar di daerah tersebut.

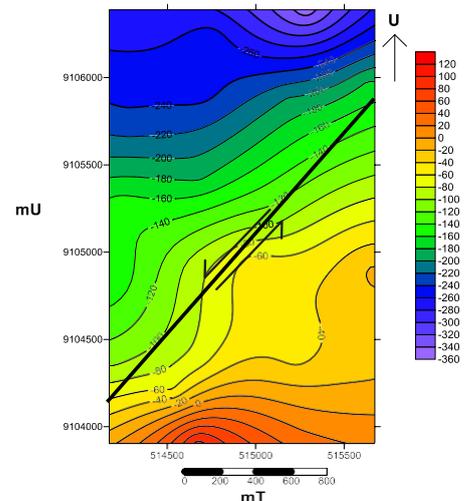


Gambar 1. Kontur Anomali Medan Magnet Total Daerah Penelitian

Nilai Anomali Medan Magnet

Untuk menghilangkan pengaruh dari medan magnet luar dan IGRF dilakukan koreksi variasi harian dan koreksi medan magnet utama bumi (IGRF) agar mendapatkan hasil anomali medan magnet daerah penelitian. Kontur anomali medan magnet hasil koreksi IGRF dan variasi harian dari data lapangan disajikan pada Gambar 2.

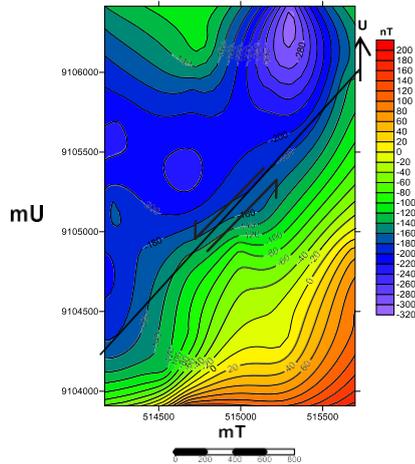
Berdasarkan Gambar 2, nilai klosur positif dan klosur negatif di daerah penelitian adalah 120 nT dan -360 nT.



Gambar 2. Kontur Anomali medan magnet hasil koreksi variasi harian dan koreksi IGRF

Reduksi ke Kutub

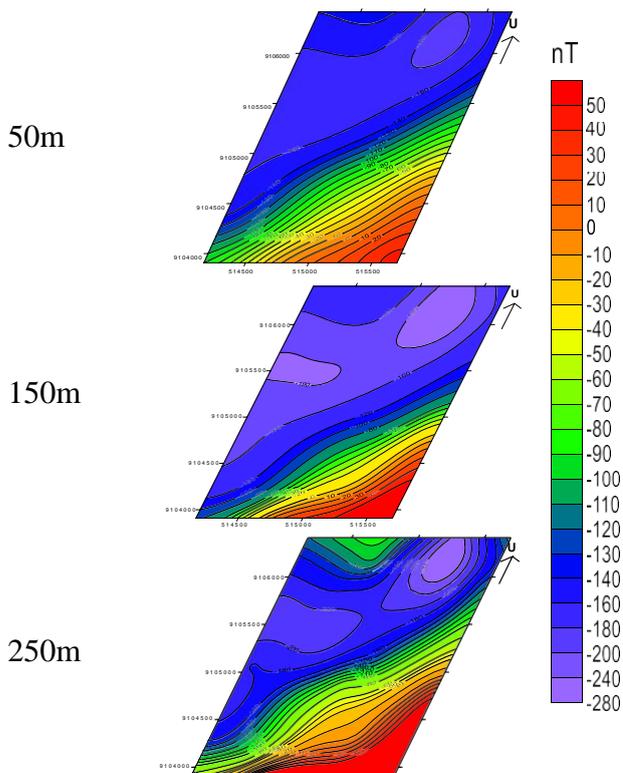
Setelah didapatkan nilai anomali medan medan magnet, kemudian dilakukan transformasi reduksi ke kutub dan kontur dari reduksi ke kutub, seperti yang disajikan Gambar 3.



Gambar 3. Kontur Hasil Reduksi ke Kutub

Kontinuasi ke Atas

Setelah dilakukan reduksi ke kutub, dilakukan kontinuasi ke atas dan kontur kontinuasi ke atas disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Kontur Anomali Medan Magnet Hasil Kontinuasi ke Atas

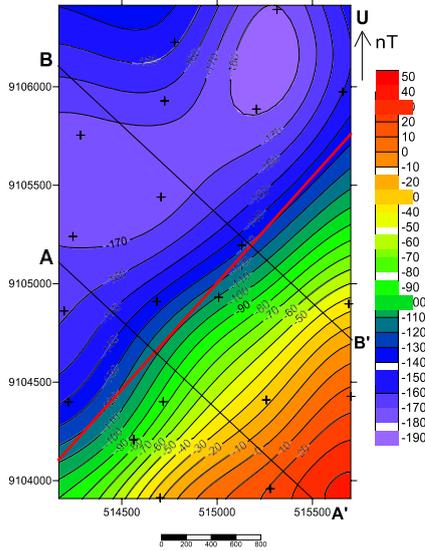
Interpretasi

Dalam menentukan besarnya parameter sesar yang merupakan benda penyebab anomali, dan untuk menentukannya perlu dilakukan interpretasi secara kuantitatif dengan menggunakan *software Mag2DC*. Interpretasi ini dilakukan dengan cara menyayat anomali magnet antara klosur positif dan klosur negatif yang terletak berdampingan. Hal ini disebabkan karena anomali magnet yang disebabkan adanya *dipole* magnet. Dalam pemodelan 2D ini dimodelkan lintasan yang diambil berdasarkan kontur anomali kontinuasi ke atas. Dengan melakukan sayatan (*slice*) pada lintasan tersebut diperoleh profil anomali hasil pengukuran daerah itu. Profil anomali hasil pengukuran diperoleh dari penampang lintang (*cross section*) peta anomali pada ketinggian 250 m. Dari informasi geologi, arah sesar adalah utara-timur laut, sehingga penampang lintang yang diambil memotong mendekati tegak lurus arah tersebut.

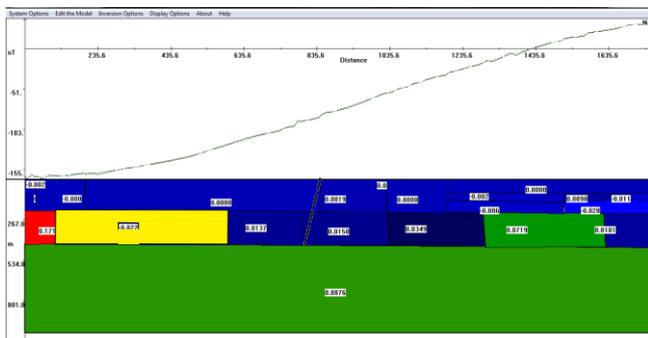
Pembuatan sayatan juga harus memotong dua bidang anomali, sehingga dua sayatan diharapkan dapat mengenai sumber penyebab anomali. Dalam penelitian ini diambil dua yaitu sayatan A-A' dan sayatan B-B' yang ditunjukkan pada Gambar 5. Profil anomali hasil pengukuran yang diperoleh menjadi acuan untuk membuat profil model anomali yang selanjutnya dimasukkan ke dalam *software Mag2DC* sebagai data masukan, dengan metode *trial and error* yaitu dengan mengubah-ubah beberapa parameter model sehingga mendekati bentuk profil anomali hasil pengukuran serta pertimbangan dari informasi geologi yang didapatkan di daerah penelitian.

Dari hasil sayatan A-A' dan sayatan B-B' seperti pada Gambar 5 dibuat pemodelan struktur bawah

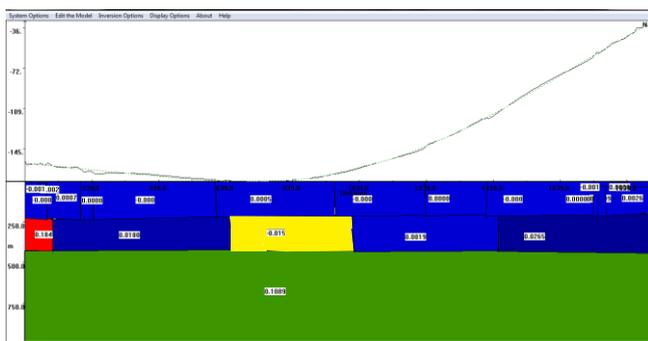
permukaan dengan kedalaman 1000 m yang diharapkan dapat memperoleh kenampakan sesar minor Grindulu.



Gambar 5. Letak slice pada peta kontur anomali medan magnet ketinggian 250m

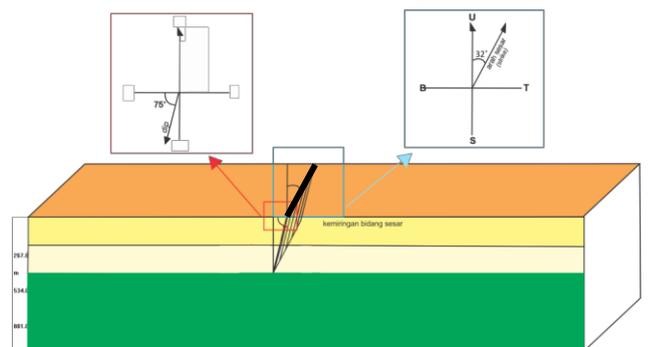


Gambar 6. Pemodelan struktur bawah permukaan pada sayatan A-A' dengan software Mag2DC, bagian atas adalah profil anomali hasil pengukuran sedangkan bagian bawah merupakan struktur bawah permukaan.



Gambar 7. Pemodelan struktur bawah permukaan pada sayatan B-B' dengan software Mag2DC, bagian atas profil anomali hasil pengukuran sedangkan bagian bawah merupakan struktur bawah permukaan.

Berdasarkan informasi geologi, batuan dasar yang membentuk sesar di daerah Pacitan adalah batuan lava dan breksi tufa, sedangkan untuk batuan dasar daerah Pacitan sendiri terdiri lava, basalt, granit dan andesit (Indrianti, 2013). Berdasarkan interpretasi dari Gambar 6 dan 7, sayatan A-A' dan sayatan B-B' menunjukkan formasi batuan yang didominasi oleh batuan sedimen, yaitu batuan lava andesit dengan nilai suseptibilitas sekitar 1,7 (dalam SI) pada kedalaman (200-400) m, batuan breksi tufa dengan nilai suseptibilitas sekitar 1,2 (dalam SI) pada kedalaman (200-400) m, batuan granit dengan nilai suseptibilitas (0-200) m dengan nilai suseptibilitas 0,52 (dalam SI), dan batuan beku yakni basalt dengan nilai suseptibilitas sekitar 98 (dalam SI) pada kedalaman (400-1000) m. Batuan breksi tufa dan lava andesit merupakan jenis batuan yang termasuk dalam batuan gunung api tua. Pengaruh struktur sesar pada batuan lava dan breksi tufa berperan terhadap permeabilitas sekunder pada batuan gunung api. Batuan Basalt dan Granit merupakan salah satu batuan penyusun yang terdapat di daerah pegunungan selatan Jawa Timur.



Gambar 8. Hasil Interpretasi Daerah Penelitian

Pada sayatan A-A' dan sayatan B-B' bagian barat laut sesar terdapat nilai suspetibilitas yang bernilai negatif (-) dengan nilai suseptibilitas - 18,5 (dalam SI) pada kedalaman antara (200-400)

m pada Gambar 6 dan 7. Daerah ini diinterpretasikan sebagai batuan teralterisasi atau batuan yang sudah banyak mengalami ubahan dan penurunan nilai kemagnetan. Berdasarkan informasi geologi terdapat sumber panas bumi yang terdapat pada daerah tersebut dan kemungkinan besar batuan tersebut berperan sebagai media sisa fluida hidrotermal ke permukaan (Akbar, 1993). Selain formasi batuan lava andesit dan breksi tufa yang ada pada daerah penelitian, terdapat satu jenis batuan yang memiliki nilai yang tinggi di antara batuan-batuan yang lainnya. Sesuai dengan tabel dan informasi geologi, nilai batuan tersebut paling mendekati nilai dari batuan basalt dengan nilai susceptibilitas 178,4 (dalam SI) yang mengalami perubahan nilai kemagnetan akibat adanya pengaruh dari panas bumi yang berada di sekitar batuan tersebut. Formasi batuan pada daerah penelitian adalah formasi Arjosari dan Mandalika yang penyusun utamanya adalah lava andesit dan breksi dengan ketebalan bervariasi antara (200-400) m pada sayatan A-A' dan B-B.

Pada Gambar 6 dan 7 terdapat garis putus-putus yang menandakan bahwa pada daerah tersebut diduga terdapat sesar minor Grindulu. Dari hasil interpretasi pada Gambar 8 dapat disimpulkan jenis sesar minor Grindulu ini adalah jenis sesar mendatar atau *slip fault* dimana sesar berada di lapisan yang memiliki jenis batuan yang sama dan tidak ada gerakan vertikal dari patahan tersebut. Berdasarkan Gambar 8 pula arah dari sesar minor Grindulu ini adalah timur laut dengan arah *strike* N32°E dan kemiringan bidang sesar atau *dip* sebesar 75° ke arah kanan atas.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Pola anomali medan magnet jalur sesar minor Grindulu di Kecamatan Arjosari memiliki pasangan klosur negatif dengan nilai -360 nT di bagian barat laut dan klosur positif dengan nilai 120 nT di bagian tenggara, perbedaan nilai anomali ini menunjukkan bahwa daerah tersebut terdapat sesar.
2. Batuan penyusun struktur bawah permukaan di Kecamatan Arjosari terdiri dari formasi Arjosari dan formasi Mandalika yang didominasi oleh batuan lava andesit dan breksi tufa pada permukaannya. Sesar minor Grindulu ini merupakan sesar geser atau sesar mendatar ditandai dengan patahan pada satu lapisan batuan di kedalaman (0-400) m dengan batuan yang sama yakni granit, lava andesit, dan breksi tufa pada salah satu lapisannya dengan arah N32°E dan kemiringan bidang sesar atau *dip* sebesar 75° ke arah kanan atas.

Saran

1. Agar dapat mengungkap kondisi bawah permukaan di daerah penelitian lebih akurat maka daerah pengambilan data dengan menggunakan metode magnetik perlu diperpendek jarak antar titiknya, sehingga dapat menghasilkan interpretasi yang lebih baik dan lebih jelas.
2. Perlu dilakukan komparasi dengan metode lain di daerah yang sama agar sesar dapat terlihat dengan jelas, seperti dengan

menggunakan metode mikrotremor, metode geolistrik, dan metode gravitasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N, dkk. 1993. Penyelidikan Proseksi Panas Bumi Daerah Karangrejo dan Sekitarnya. Jawa Timur. Direktorat Vulkanologi.
- ESDM. 2015. Diakses pada tanggal 24 Januari 2015 di <http://www.vsi.esdm.go.id/index.php/gerakan-tanah/kejadian-gerakan-tanah/674-laporan-singkat-bencana-gerakan-tanah-di-desa-kedungbendo-kecamatan-arjosari-kabupaten-pacitan-provinsi-jawa-timur>.
- Ibrahim, Gunawan * dan Subardjo. 2005. "Pengetahuan Seismologi". Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Indrianti, Yesika Wahyu. 2013. Pemodelan konfigurasi Batuan Dasar dan Struktur Geologi Bawah Permukaan Menggunakan Data Anomali Gravitasi di Daerah Pacitan-Arjosari-Tegalombo, Jawa Timur. Malang : Universitas Brawijaya.
- Purwanto, Heru Sigit. 1997. *Analisis dan Genesa Pembentukan Struktur Geologi pada Batuan berumur Oligosen-Miosen di Daerah Pacitan dan Sekitarnya Kabupaten Pacitan, Jawa Timur :Thesis*. Bandung : ITB
- Sampurna dan Samodra, H, Gafoer. 1997. Peta Geologi lembar Ponorogo, Jawa. Sekala 1:100.000. Puslitbang
- Sudrajat, Adjat dan Jong-IK. 1993. *Report on the joint mineral exploration in the Pacitan-Ponorogo area, East Java, the Republic Indonesia*. Unpublish.