



## IDENTIFIKASI POTENSI LONGSOR MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFRAKSI DI KAWASAN WISATA NGLIMUT DESA GONOHARJO LIMBANGAN KENDAL

Sri Utami ✉, Supriyadi

Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia  
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

### Info Artikel

Diterima Mei 2014  
Disetujui Oktober 2014  
Dipublikasikan November 2014

*Keywords:*  
landslide; plus-minus; seismic  
refraction; slip surface

### Abstrak

Potensi tanah longsor suatu daerah dapat diketahui dengan pengukuran suatu metode geofisika. Metode geofisika yang dapat digunakan salah satunya adalah metode seismik refraksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur lapisan bawah permukaan dan mengidentifikasi potensi longsor di kawasan Nglimut desa Gonoharjo Kecamatan Limbangan Kabupaten Kendal. Penelitian dilakukan menggunakan alat Seismograph OYO McSeis-SX 3 channel. Pengolahan data menggunakan metode plus-minus pada Ms.excel. Model penampang bawah permukaan kecepatan rambat gelombang dibuat menggunakan software Surfer dan CorelDrawX3. Berdasarkan hasil interpretasi didapatkan struktur litologi bawah permukaan yang hampir sama antara ketiga lintasan dikarenakan terletak pada satu lokasi. Keadaan litologi bawah permukaan kawasan pemandian air panas Nglimut adalah berupa pasir dengan kecepatan rambat gelombang seismik pada lapisan pertama 254,7771 m/s - 704,2254 m/s pada kedalaman 0,5m - 3,5 m dan berupa batu lempung dengan kecepatan rambat gelombang seismik 945,6265 m/s - 1886,7920 m/s dengan kedalaman 3,5 m-5,5m. Bidang gelincir daerah penelitian memiliki sudut kemiringan 10,95° di barat laut-tenggara.

### Abstract

*Landslide potential of an area can be determined by measuring a geophysical method. Geophysical method that can be used one of which is seismic refraction. The purpose of this study was to determine the sub surface structure and identify potential landslide in Nglimut Gonoharjo, Limbangan, Kendal. A research with Seismograph OYO McSeis SX-3 channel. Data processing used plus-minus method on Ms.Excel. Modeling the sub surface structure of wave velocity using Surfer and CorelDrawX3 software. Based the interpretation results obtained lithology sub surface structure is almost the same among three line because of lay in one location. Sub surface lithology of Nglimut consist of sand with seismic wave velocity in the first layer was 254,7771 m/s - 704,2254 m/s in the deepness 0,5 m - 3,5 m and a clay stone with seismic wave velocity was 945,6265 m/s - 1886,7920 m/s in the deepness 3,5 m-5,5m. Landslide slip surface at the research area had slope angular 10,95° at northwest-southeast.*

## PENDAHULUAN

Bencana alam merupakan peristiwa alam yang dapat terjadi setiap saat dimana saja dan kapan saja, yang menimbulkan kerugian material dan immaterial bagi kehidupan masyarakat. Salah satunya adalah bencana tanah longsor.

Bencana tanah longsor di Indonesia umumnya terjadi pada musim penghujan. Hujan memicu tanah longsor melalui penambahan beban lereng dan penurunan kuat geser tanah (Soenarmo et al., 2008). Tanah longsor menjadi masalah yang umum di daerah yang memiliki kemiringan curam.

Nglimut merupakan salah satu tempat wisata yang terletak di Kendal dan merupakan daerah berbukit. Pihak pengelola mengungkapkan dalam surat kabar Merdeka (17/02/2013), terdapat sejumlah titik rawan longsor berupa retakan tanah dari bukit yang mengelilingi lokasi pemandian air panas ini. Retakan terlihat dari mulai dari pintu masuk hingga ke kolam rendam pemandian air panas.

Menurut Goenadi, sebagaimana dikutip oleh Effendi (2008), faktor penyebab tanah longsor secara alamiah meliputi morfologi permukaan bumi, penggunaan lahan, litologi, struktur geologi, dan keempaan. Selain itu bentuk daerah yang berbukit-bukit juga memicu terjadinya longsor.

Tanah longsor merupakan fenomena alam, namun beberapa aktivitas manusia dapat memicu terjadinya bencana tanah longsor. Ketika aktivitas ini beresonansi dengan kerentanan dan kondisi alam aktivitas manusia yang dapat memicu terjadinya tanah longsor. Aktivitas tersebut adalah penebangan pohon secara serampangan di daerah lereng, penambangan bebatuan, tanah atau barang tambang yang menimbulkan ketidakstabilan pada lereng, tingkat kebasahan tanah dan bebatuan (juga daya ikatnya) (Darsono et al., 2012).

Menurut Darsono et al. (2012), salah satu faktor penyebab longsor yang sangat berpengaruh adalah bidang gelincir (*slip surface*) atau bidang geser (*shear surface*). Bidang gelincir berada diantara bidang yang stabil (*bedrock*) dan bidang yang bergerak (bidang yang tergelincir) (Priyantari & Suprianto, 2009). Pada umumnya tanah yang mengalami longsor akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut.

Mengingat besarnya dampak yang diakibatkan oleh bencana tanah longsor, maka identifikasi potensi tanah longsor perlu dilakukan untuk mengetahui berapa besar potensi suatu daerah terhadap bencana tanah longsor. Identifikasi longsor ini dilakukan menggunakan metode geofisika, yakni metode seismik refraksi. Metode seismik sendiri merupakan salah satu bagian dari seismologi eksplorasi yang dikelompokkan dalam metode geofisika aktif, di mana pengukuran dilakukan dengan menggunakan sumber getaran (palu/ledakan).

Metode seismik refraksi dilakukan dengan memancarkan gelombang ke bawah permukaan perlapisan batuan. Respon tanah atau batuan direkam melalui geophone yang terpasang di atas permukaan tanah (Adnyawati et al., 2012). Metode seismik refraksi (seismik bias) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk menentukan struktur geologi bawah permukaan (Refrizon et al., 2009). Metode seismik refraksi inilah yang efektif digunakan guna mengetahui nilai kedalaman lapisan relatif kedap air (*bedrock*) sebagai parameter kelongsoran suatu daerah (Priyantari & Suprianto, 2009). Dikarenakan metode seismik mempunyai ketepatan serta resolusi yang tinggi di dalam menentukan struktur geologi.

Kedalaman lapisan pada metode ini dapat diperoleh dengan mengetahui waktu jalar gelombang pada data rekaman yang didapat dari persamaan:

$$T = \frac{2D}{v_1} \cos i_c \quad (2)$$

$$D = \frac{T v_{avg}}{2 \cos i_c} \quad (3)$$

di mana:

T = waktu jalar gelombang (s)

D = kedalaman (m)

$\cos i_c$  = sudut kritis

$v_{avg}$  = kecepatan gelombang rata-rata (m/s)

Keterbatasan metode seismik refraksi adalah tidak dapat dipergunakan pada daerah dengan kondisi geologi yang terlalu kompleks. Metode ini telah dipergunakan untuk mendeteksi perlapisan dangkal dan hasilnya cukup memuaskan. Menurut Sismanto, sebagaimana dikutip oleh Kartika *et al.*, (2007), asumsi dasar yang harus dipenuhi untuk penelitian perlapisan dangkal adalah:

1. Medium bumi dianggap berlapis-lapis dan setiap lapisan menjalarkan gelombang seismik dengan kecepatan yang berbeda-beda.
2. Semakin dalam, batuan lapisan akan semakin kompak.
3. Panjang gelombang seismik lebih kecil daripada ketebalan lapisan bumi.
4. Perambatan gelombang seismik dapat dipandang sebagai sinar, sehingga mematuhi hukum-hukum dasar lintasan sinar. Pada bidang batas antar lapisan, gelombang seismik merambat dengan kecepatan pada lapisan di bawahnya.
5. Kecepatan gelombang bertambah dengan bertambahnya kedalaman

Berikut dijelaskan tabel kecepatan gelombang berdasarkan material bawah permukaan pada Tabel 1:

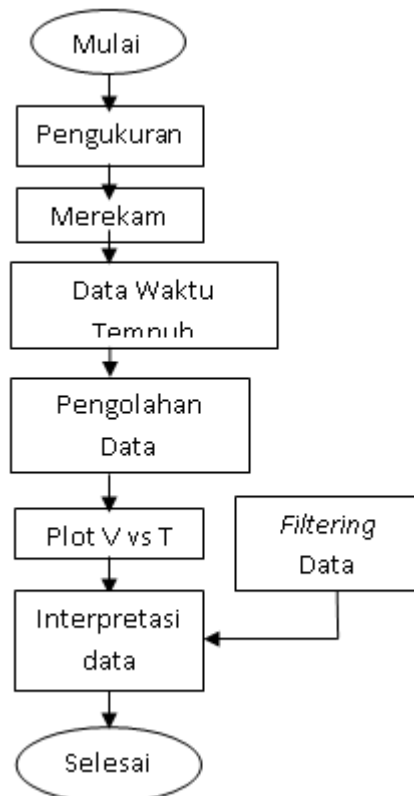
Tabel 1. Tabel kecepatan gelombang berdasarkan material bawah permukaan (Ali *et al.*, 2012)

No	Material	Kecepatan gelombang (m/s)
1	Air	332
2	Water	1400 – 1500
3	Granite	5500 – 5900
4	Sandstone	1400 – 4300
5	Limestone	5900 – 6100
6	Sand(Unsaturate)	200 – 1000
7	Sand ( Saturated )	800 – 2200
8	Clay	1000 – 2500

Berdasarkan uraian tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: Mengetahui struktur lapisan bawah permukaan di kawasan Nglimut desa Gonoharjo Kecamatan Limbangan Kabupaten Kendal dan mengidentifikasi potensi longsor menggunakan metode seismik refraksi di kawasan Nglimut desa Gonoharjo Kecamatan Limbangan Kabupaten Kendal.

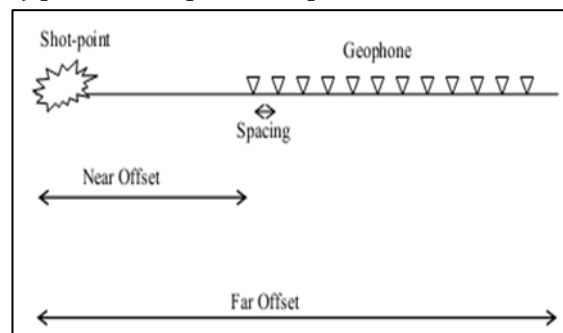
## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode seismik refraksi untuk menghitung kecepatan rambat gelombang dan kedalaman masing-masing lapisan setiap lintasan. Metode seismik refraksi memanfaatkan penjalaran gelombang bias yang merambat di bawah permukaan akibat adanya sumber getaran. Seismik refraksi dihitung berdasarkan waktu yang dibutuhkan oleh gelombang untuk menjalar pada batuan dari posisi sumber seismik menuju penerima pada berbagai jarak tertentu. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1:



**Gambar 1.** Diagram Alur penelitian

Bentangan lintasan dilakukan secara *inline*, dengan pengambilan data dilakukan secara bolak-balik (*forward-reverse*). Desain survey penelitian dapat dilihat pada Gambar 2:



**Gambar 2.** Desain akuisisi data seismik refraksi

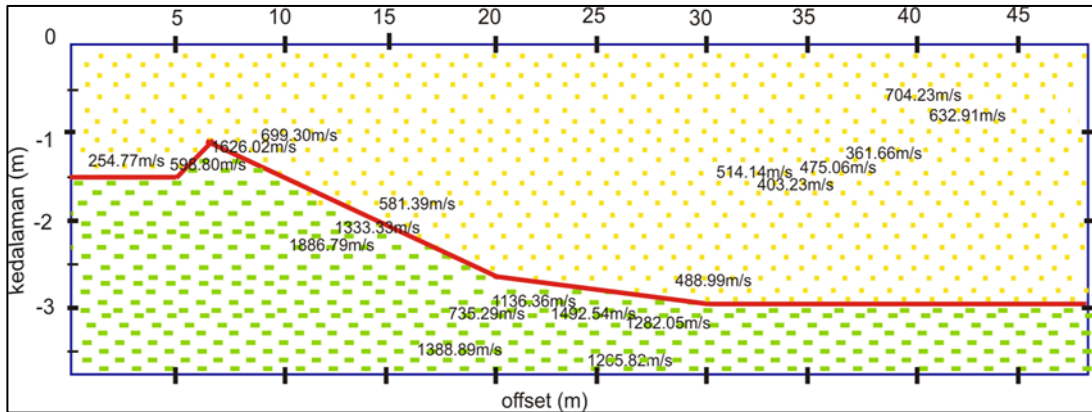
Tahap akuisisi data seismik refraksi dilaksanakan dengan desain survei 3 bentangan lintasan di dekat kawasan pemandian air panas, palu dan landasannya (lempeng besi) sebagai *source* atau sumber gelombang seismik, 3 *geophone* sebagai penerima gelombang seismik, panjang lintasan 45 meter, jarak spasi terdekat (*offset* minimum) 1 meter dan jarak spasi terjauh (*offset* maksimum) 45 meter.

Data yang diperoleh dalam pengukuran lapangan adalah *offset* atau jarak antara *geophone* dan waktu rambat gelombang pada masing-masing *geophone* ( $t$ ), sedangkan kecepatan rambat gelombang ( $v$ ) diperoleh dari perhitungan menggunakan metode *plus-minus*. Model penampang bawah permukaan dibuat menggunakan *software surfer* dan *CorelDrawX3*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan diperoleh kecepatan rambat gelombang pada masing-masing lapisan untuk setiap lintasan. Pemodelan penampang bawah permukaan untuk setiap lintasan

menggunakan *CorelDraw X3*. Adanya perbedaan kecepatan gelombang mengindikasikan perbedaan material pada masing-masing lintasan. Berikut diperlihatkan kecepatan rambat gelombang untuk masing-masing lintasan pada Gambar 3, 4 dan 5:

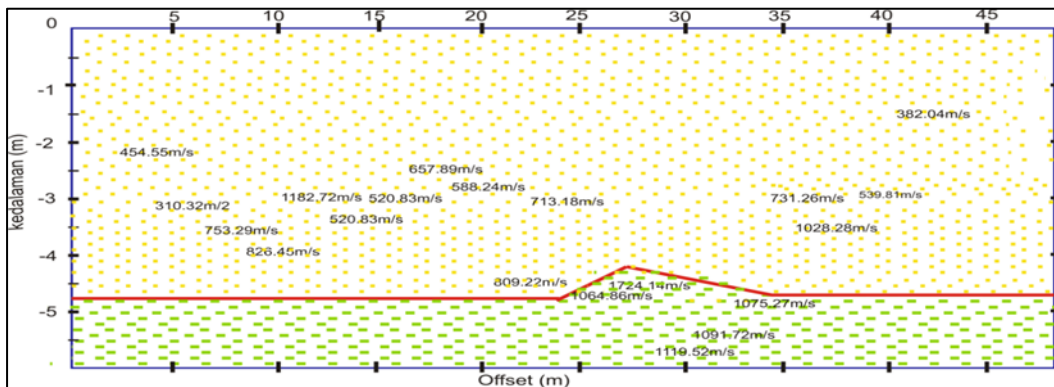


**Gambar 3.** Model Penampang bawah permukaan dan kecepatan gelombang pada lintasan pertama

Dari hasil perhitungan dengan metode *plus-minus* akan didapatkan litologi batuan bawah permukaan pada lintasan pertama yang ditunjukkan pada Tabel 2:

Tabel 2. Tabel litologi batuan bawah permukaan pada lintasan pertama

Kecepatan (m/s)	Jenis batuan perkiraan	Kedalaman (m)
254,7771-704,2254	Pasir	0,5-3
735,2941-1886,7920	Lempung berpasir	3-3.5

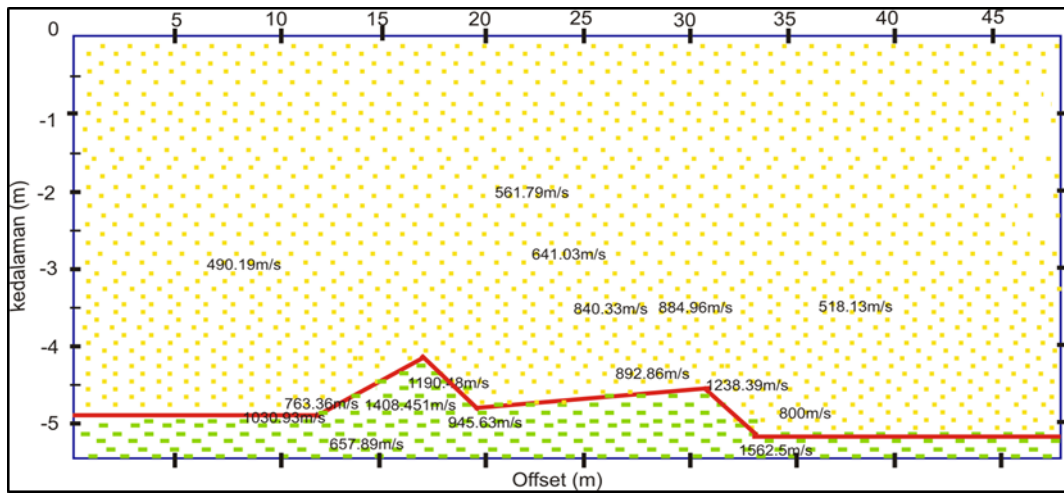


**Gambar 4.** Model Penampang bawah permukaan dan kecepatan gelombang pada lintasan kedua

Pada lintasan kedua didapatkan litologi batuan bawah permukaan pada lintasan kedua yang ditunjukkan pada Tabel 3:

**Tabel 3.** Tabel litologi batuan bawah permukaan pada lintasan pertama

Kecepatan (m/s)	Jenis batuan perkiraan	Kedalaman (m)
310,3181-826,4463	Pasir	1-4,5
1064,861-1724,138	Lempung	>4,5



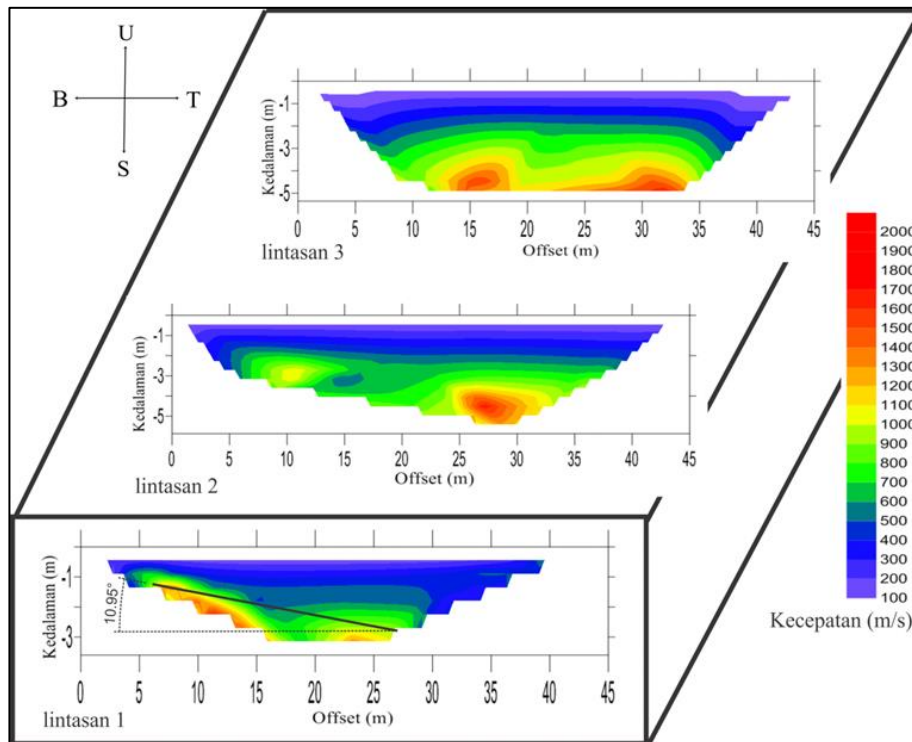
Gambar 5. Model Penampang bawah permukaan dan kecepatan gelombang pada lintasan ketiga

Dari hasil perhitungan dengan metode *plus-minus* akan didapatkan litologi batuan bawah permukaan pada lintasan ketiga yang ditunjukkan pada Tabel 3:

Tabel 4. Tabel litologi batuan bawah permukaan pada lintasan pertama

Kecepatan (m/s)	Jenis batuan perkiraan	Kedalaman (m)
490,1961-892,8571	Pasir	2-5
945,6265-1562,5	Lempung berpasir	>5

Perbedaan jenis material pada daerah penelitian mengindikasikan adanya bidang gelincir (*slip surface*) yang menyebabkan terjadinya tanah longsor. Pada umumnya tanah atau bidang yang mengalami longoran akan bergerak di atas bidang gelincir tersebut. Bidang gelincir berada diantara bidang yang stabil dan bidang yang bergerak (bidang yang tergelincir). Bidang gelincir daerah pengukuran diperlihatkan pada Gambar 6:



Gambar 6. Letak bidang gelincir

Bidang gelincir terletak di antara lapisan tidak kedap air (pasir) dan lapisan tidak kedap air (lempung). Material pasir (lapisan *permeable*) ini merupakan material yang dapat menyimpan kandungan dan mudah meloloskan air sehingga jika air hujan melalui retakan akan terakumulasi pada lapisan ini, sehingga akan menambah beban pada gaya penahan, ini akan berbahaya jika curah hujan tinggi dan akan masuk kedalam batuan akuifer tersebut sehingga membebani lereng yang akan memicu terjadinya tanah longsor. Di mana tempat pengambilan lintasan ini sebelumnya pernah mengalami longsor.

Material lempung (lapisan *impermeable*) sendiri ketika musim kemarau akan kering dan mengeras menimbulkan retakan-retakan. Hal ini akan menyebabkan air permukaan meresap ke dalam lapisan tanah atau batuan melalui pori-pori antar butir tanah kemudian tertahan pada lapisan lempung di bawahnya, sehingga permukaan batu lempung akan menjadi lunak dan licin sehingga menjadikannya sebagai bidang gelincir. Dan pada saat terjadi hujan, air hujan akan meresap dan menembus tanah hingga ke lapisan kedap air yaitu lempung. Lapisan inilah yang akan berperan sebagai bidang gelincir dan menyebabkan gerakan tanah atau longsor.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa keadaan litologi bawah permukaan kawasan pemandian air panas Nglimut adalah berupa pasir dengan kecepatan rambat gelombang seismik pada lapisan pertama 254,7771 m/s - 704,2254 m/s pada kedalaman 0,5m – 3.5 m dan berupa tanah lempung dengan kecepatan rambat gelombang seismik 945,6265 m/s - 1886,7920 m/s dengan kedalaman 3,5 m-5,5m. Bidang gelincir pada lintasan pertama dengan kemiringan sebesar 10,95° terhadap arah horizontal dengan kemiringan barat laut-tenggara. Sedangkan lintasan kedua dan ketiga tidak terdapat bidang gelincir.

Saran yang diharapkan adalah menambah panjang lintasan untuk memperoleh kedalaman yang lebih dalam sehingga kondisi litologi bawah permukaan dapat terlihat lebih lengkap dan menambah banyak lintasan untuk memperoleh data yang lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyawati, N.K., R. Efendi, & Sabhan. 2012. Analisis Struktur Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Metode Seismik Refraksi Di Universitas Tadulako. *Jurnal Natural Science*, Desember 2012 Vol. 1.(1) 17-26.
- Ali, N., R. Saad., M.M. Saidin, & M.M. Nordiana. 2012. Applying Seismic Refraction Method in Depicting Geological Contact at Bukit Bunuh, Lenggong, Perak, Malaysia. *International Conference on Geological and Environmental Sciences (IPCBE)*, vol.36.
- Darsono., B. Nurlaksito, & B. Legowo. 2012. Identifikasi Bidang Gelincir Pemicu Bencana Tanah Longsor Dengan Metode Resistivitas 2 Dimensi Di Desa Pablengan Kecamatan Matesih Kabupaten Karanganyar. *Indonesian Journal of Applied Physics*, Vol.2 No.1 halaman 51.
- Effendi, A. D. 2008. *Identifikasi Kejadian Longsor dan Penentuan Faktor-Faktor Utama Penyebabnya di Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor*. Skripsi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Kartika, A.U., G. Yuliyanto, & U. Harmoko. 2007. *Penentuan Struktur Bawah Permukaan dengan Menggunakan Metode Seismik Refraksi di Desa Pleret, Kecamatan Pleret, Kabupaten Bantul*. Laboratorium Geofisika Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Priyantari, N. & A. Suprianto. 2009. Penentuan Kedalaman Bedrock Menggunakan Metode Seismik Refraksi. *Jurnal ILMU DASAR*, Vol. 10 No. 1. 2009 : 6 – 12.
- Refrizon., Suwarsono, & K. Natalia. 2009. Visualisasi Struktur Bawah Permukaan Dengan Metode Hagiwara. *Jurnal Gradien*, Edisi Khusus- Januari 2009: 30-33.
- Soenarmo, S.H., I.A. Sadisun, & E. Saptohartono. 2008. Kajian Awal Pengaruh Intensitas Curah Hujan Terhadap Pendugaan Potensi Tanah Longsor Berbasis Spasial di Kabupaten Bandung, Jawa Barat. *Jurnal Geoplrika*, Volume 3, No. 3, Hal 133-141.