

IDENTIFIKASI BAHAYA TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN METODE *VERY LOW FREQUENCY* (VLF) DI BEDENG REJO, MERANGIN, JAMBI

Futra Kibayutullah, Ichy Lucya Resta

Program Studi Teknik Geofisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi

e-mail : futrakibayutullah@gmail.com

Abstrak. Desa Bedeng Rejo dikenal sebagai salah satu daerah yang berpotensi terjadinya tanah longsor. Metode *Very Low Frequency* (VLF) digunakan untuk identifikasi bahaya tanah longsor berdasarkan parameter konduktivitas batuan yang didukung kemiringan lereng (*slope*). Penelitian ini dilakukan menggunakan alat ukur rasio gelombang elektromagnetik T-VLF dengan panjang lintasan 200 meter, jarak antar titik ukur 10 meter dan frekuensi sumber primer sebesar 22200 Hz (Jepang). Jenis pengukuran VLF yang digunakan yaitu mode *tilt-angle*. Ditemukan anomali konduktif yang berada pada rentang 100 - 120 meter dan di bawah permukaan bumi pada kedalaman 10 - 40 meter dan 170 - 190 meter dengan kedalaman 10 - 30 meter. Perhitungan kemiringan lereng pada lintasan VLF, didapatkan pada jarak 100 – 120 meter sebesar 25% dan pada jarak 170 – 190 meter sebesar 12,5 - 16,67% merupakan lahan dengan kemiringan lereng curam, yang rentan terhadap bahaya tanah longsor, dan mudah tererosi.

Kata Kunci: *very low frequency; T-VLF; mode tilt-angle; slope*

Abstract. *Bedeng Rejo Village is known as one of the areas that have the potential for landslides. Very Low Frequency (VLF) method is used for landslide hazard identification based on rock conductivity parameters supported by slope. This research was conducted using a T-VLF electromagnetic wave ratio measuring instrument with a track length of 200 meters, a distance between measuring points of 10 meters and a primary source frequency of 22200 Hz (Japan). The type of VLF measurement used is tilt-angle mode. Conductive anomalies were found in the range of 100 - 120 meters and below the earth's surface at a depth of 10 - 40 meters and 170 - 190 meters with a depth of 10 - 30 meters. Calculation of the slope on the VLF trajectory, obtained at a distance of 100 - 120 meters by 25% and at a distance of 170 - 190 meters at 12.5 - 16.67% is land with a steep slope, which is prone to landslide hazards, and is easily eroded.*

Keywords: *very low frequency; T-VLF; mode tilt-angle; slope*

PENDAHULUAN

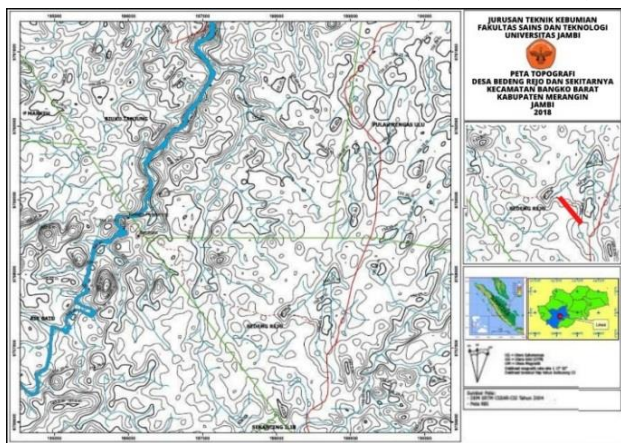
Indonesia merupakan wilayah yang didominasi oleh daerah pegunungan dan berbukit – bukit yang membentuk lereng atau lahan miring. Bedeng Rejo, Merangin, Jambi merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki banyak perbukitan dan berpotensi tanah longsor. Lokasi penelitian terletak pada koordinat -2° 2' 16,23" LS dan 102° 23' 35,7" BT sampai -2° 1' 32,28" LS dan 102° 19' 31,2" BT.

Menurut Verstappen (1983) secara fisiografi, daerah ini berada di zona peranjakan antara pegunungan barisan dan dataran rendah Sumatera bagian timur. Dengan, morfologi yang didominasi oleh dataran berbukit dengan undulasi yang tidak terlalu kasar. Serangkaian punggung topografi yang menempati daerah ini biasanya, berjalan sejalan dengan poros Pulau Sumatera, terdiri dari batuan sedimen klastik halus dan kasar berselang batuan klastik gunung api dan batuan karbonat,

sisipan *argillite, slate, tuff, batupasir, batulanau, dan konglomerat*. Oleh karena itu, titik – titik tertentu di daerah ini berbahaya akan terjadinya tanah longsor (Karnawati, 2001). Longsor merupakan peristiwa geologi yang disebabkan oleh pergerakan massa batuan, atau tanah yang menuruni suatu lereng. Menurut Shi, dkk (2016) longsor memerlukan perhatian yang lebih sebagai salah satu bencana yang dapat menyebabkan kematian.

Menurut Shofyan (2016), metode *Very Low Frequency* (VLF) didasarkan atas pengukuran konduktivitas tinggi. Radiasi elektromagnetik pasif merupakan karakteristik elektrik yang digunakan dengan rentang frekuensi 0,5 – 40 kHz atau panjang gelombang 20 km. Nilai frekuensi dihasilkan dari transduser hingga pada frekuensi yang tinggi diperlukan untuk memberikan informasi konduktif seperti sesar pada sistem lapisan tanah dan lapisan batuan beku (Fernando, 2006). Sehingga, *Very Low*

Frequency (VLF) merupakan metode geofisika yang dianggap mampu mengidentifikasi anomali konduktivitas pada daerah yang memiliki topografi yang cukup terjal (Gambar 1.) dengan memanfaatkan nilai konduktivitas (Grandis, 2009).

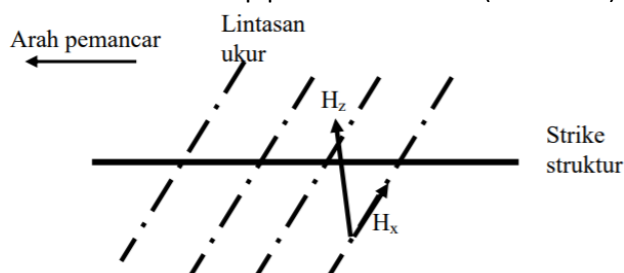


Gambar 1. Peta Topografi Lokasi Penelitian

METODOLOGI

Data penelitian diambil dari pengukuran metode *Very Low Frequency* (VLF) yang dilakukan di Desa Bedeng Rejo, Merangin, Jambi. Akuisisi data dilakukan dengan menggunakan alat ukur T-VLF dengan panjang lintasan 200 meter, jarak antar titik ukur 10 meter dan frekuensi sumber pemancar 22200 (Jepang).

Jenis pengukuran metode VLF yang digunakan yaitu mode sudut kemiringan dengan mengukur penampikan komponen medan magnet untuk menentukan kontak geologi seperti zona pelapukan dan zona sesar, serta struktur konduktif. Menurut Hiskiawan (2009), arah *strike* target pada mode ini adalah $\pm 45^\circ$ terhadap posisi *transmitter* (Gambar 2).



Gambar 2. Pengukuran VLF dengan *Mode Tilt-Angle*

Dalam konfigurasi pengukuran mode sudut kemiringan, kemungkinan anomali terbesar akan diberikan ketika medan utama mencapai fluks terbesar ketika melintasi struktur. Medan magnet

dengan komponen horizontal dan vertikal membentuk *elips* yang dapat diwakili oleh sudut kemiringan dari sumbu mayor dan horizontalnya, serta elipsitas (rasio sumbu minor atau mayor). Instrumen akan mengukur dua besaran ini yaitu tilt dan eliptisitas dari pengukuran komponen sefase dan keluar dari fase medan magnet vertikal dari medan horizontalnya (Saydam, 1981).

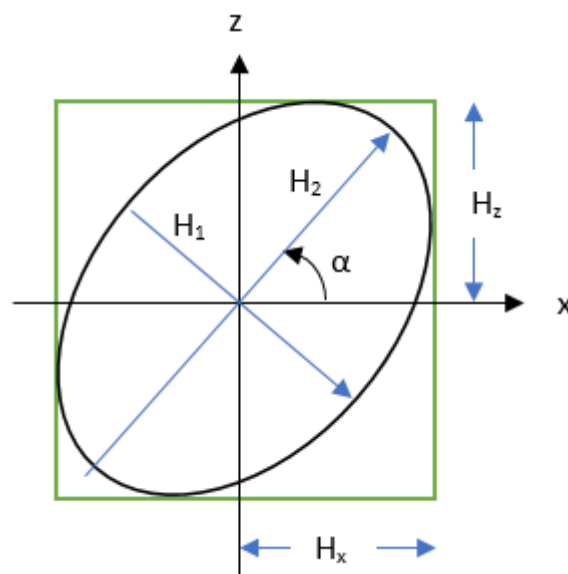
Jika medan magnet horizontal adalah H_x dan medan vertikal adalah H_z , maka besar sudut tilt (α) dengan beda fasa $\Delta\phi$ dapat ditunjukkan sebagai (Smith dan Ward, 1974):

$$\tan(2\alpha) = \pm \frac{2\left(\frac{H_z}{H_x}\right)\cos\Delta\phi}{1-\left(\frac{H_z}{H_x}\right)^2} \quad (1)$$

Elipsitasnya (ϵ) sebesar:

$$\epsilon = \frac{H_z H_x \sin\Delta\phi}{|H_z e^{i\Delta\phi} \sin\alpha + H_x \cos\alpha|^2} \quad (2)$$

H_z dan H_x adalah komponen vertikal dan horizontal dari medan magnet dari bidang resultan, sedangkan H_1 dan H_2 adalah sumbu mayor dan minor dari polarisasi elips seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 3. Polarisasi elips

Penampikan data dilakukan dengan menggunakan Ms. Excel dan *software Surfer*. Data *tilt* biasanya disajikan dalam bentuk grafik jarak terhadap *derivative fraser* dan grafik jarak terhadap *tilt* dan *elips*. Kemudian, data rapat arus ekuivalen

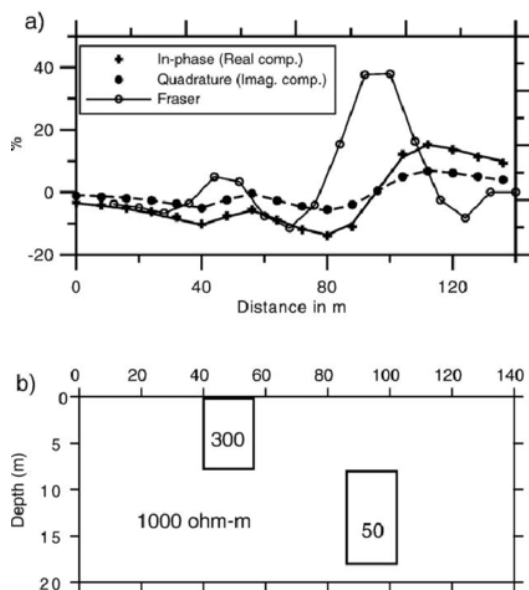
(RAE) disajikan dalam bentuk peta penampang. RAE adalah aliran muatan pada suatu luas penampang di suatu titik penghantar. Secara teori, kedalaman semu rapat arus ekuivalen memberikan gambaran indikasi tiap-tiap kedalaman variasi konsentrasi arus (Reitz dan Milford, 1996).

Filter Fraser memiliki prinsip membagi data *tilt angle* sebesar 90° untuk menunjukkan posisi benda konduktor akibat anomali dengan menginterpretasikan titik-titik dengan sudut *tilt* mengalami persilangan dari polarisasi positif menjadi negatif, sehingga persilangan menjadi maksimum (Jeng dan Chen, 2004). Filter ini juga melemahkan panjang gelombang yang terlalu besar untuk mengurangi efek topografi. Selain itu, filter ini mengurangi efek pelemahan dari variasi temporal kuat sinyal pemancar. Filter ini diperoleh dari persamaan berikut:

$$F_n = (M_N + M_{N+1}) - (M_{n+2} + M_{n+3}) \quad (3)$$

dengan F_n merupakan nilai fraser terhitung dan M_n merupakan data pada titik ke n.

Prinsip dasar filter Fraser adalah menggunakan 4 titik yang berurutan dengan cara mengurangi jumlah dari nilai data ke-3 dan ke-4 terhadap jumlah nilai data ke-1 dan ke-2. Kemudian diplot pada titik tengah antara data ke-2 dan ke-3 (Fraser, 1969).

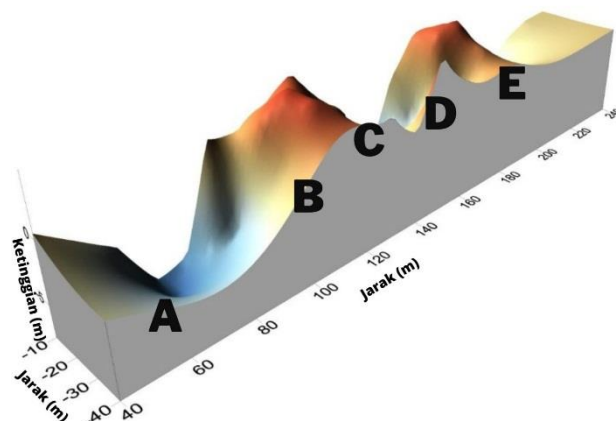


Gambar 3. Respon pengukuran dari (a) Data sintetik VLF-EM dan (b) Model anomali (Santos, 2006)

Gambar 3. Merupakan contoh aplikasi dari filter Fraser. Titik-titik memperlihatkan posisi benda pada sumbu x. Gambar 3 (a) berupa data sintetik VLF-EM dengan anomali data VLF-EM ditunjukkan adanya *zero-crossing* antara data *inphase (real)* dan *quadrature (imajiner)*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa data menggunakan metode VLF, data yang diperoleh dibuat grafik *tilt* dan *elips* terhadap Jarak (Sharma dkk, 2014). Gambar 5 menunjukkan korelasi antara grafik *tilt*, *elips* vs jarak dengan RAE dan *fraser*. Dapat dilihat bahwa grafik *tilt*, *elips* terhadap jarak kedua grafik saling berpotongan yang mengindikasikan adanya anomali konduktifitas yang berada di bawah permukaan. Anomali konduktifitas ini juga nampak pada RAE dan grafik *fraser* yang melonjak. Hal ini merupakan suatu kontrol untuk menginterpretasi keberadaan anomali konduktifitas melalui korelasi grafik *tilt*, *elips* vs jarak dengan RAE dan *fraser*.



Gambar 4. Profil Kemiringan Lereng Lintasan VLF

Berdasarkan Gambar 4, terdapat beberapa lahan dengan kemiringan lereng yang curam. Berada pada rentang 100 - 120 meter dan 170 - 190 meter ditandai dengan huruf B-C dan D-E pada profil kemiringan lereng (*slope*) berada tepat di dua permukaan tanah tertinggi pada lintasan VLF. Berdasarkan tabel 1, klasifikasi yang dilakukan menggunakan kelas sudut kemiringan berdasarkan sifat proses dan kondisi alam menurut Van Zuidam (1985), dari perhitungan kemiringan lereng pada lintasan VLF, didapatkan B - C yaitu pada jarak 100 –

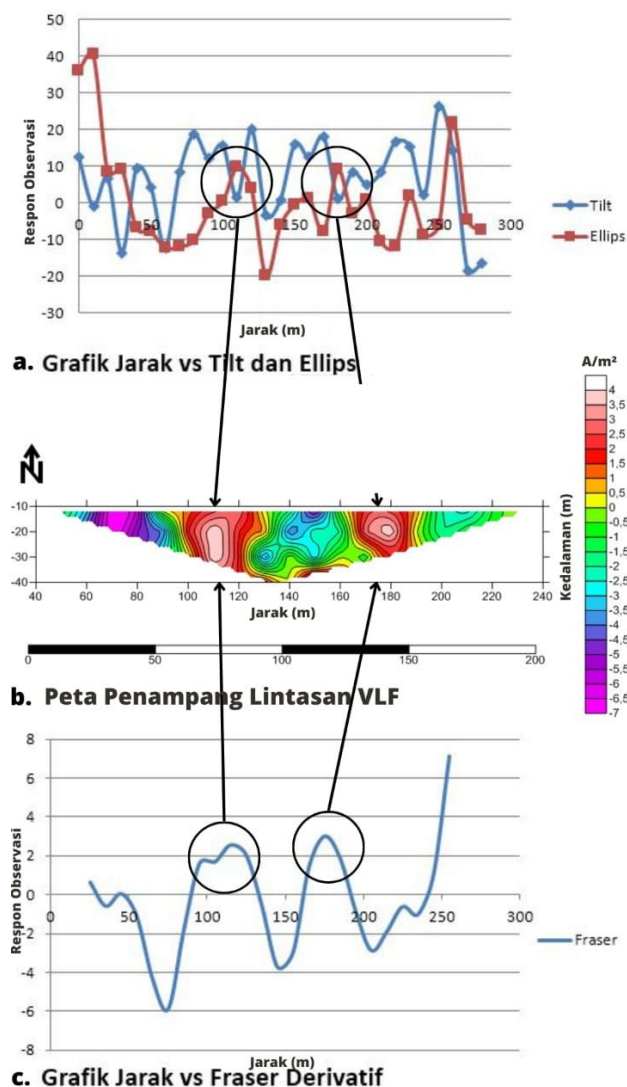
120 meter memiliki kelas lereng 25% dan D-E yaitu pada jarak 170 – 190 meter memiliki kelas lereng 12,5 - 16,67% merupakan lahan dengan kemiringan lereng curam, yang rentan terhadap bahaya tanah longsor, dan mudah tererosi. Ini dapat diartikan bahwa pada area tersebut memiliki potensi tanah longsor yang dimana mempunyai nilai daya dukung tanah yang rendah sehingga rentan akan terjadinya pergeseran tanah.

Tabel 1. Kelas sudut kemiringan berdasarkan sifat proses dan kondisi alam menurut (Van Zuidam, 1985)

Kelas Sudut Kemiringan	Proses, Sifat dan Kondisi Wikayah
0 – 2 %	Datar atau hampir rata, tidak tererosi, dan mudah ditangani dalam kondisi kering .
2 – 7 %	Lahan dengan kemiringan lereng landai, bergerak lambat ketika tanah longsor, meninggalkan bekas kikisan dan erosi yang dalam
7 – 15 %	Lahan dengan kemiringan lereng landai hingga curam, dan jika terjadi tanah longsor pergerakannya lambat, mudah tererosi.
15 – 30 %	Lahan dengan kemiringan lereng curam, yang rentan terjadinya bahaya tanah longsor, dan mudah tererosi.
30 – 70 %	Lahan dengan kemiringan lereng curam hingga terjal, tererosi dan pergerakan tanah yang lambat.
70 – 140 %	Lahan dengan kemiringan lereng terjal, terdapat singkapan batuan yang mudah terkikis.
>55° (>140 %)	Lahan dengan kemiringan lereng terjal, singkapan bebatuan muncul di permukaan, dan bebatuan rawan runtuh.

Peta RAE menggambarkan hasil pemrosesan filter Karous-Hjelt menggunakan software Surfer. Dapat dilihat, anomali konduktif yang tinggi berada pada rentang 100 - 120 meter dan di bawah permukaan bumi pada 10 - 40 meter dan 170 - 190 meter dan di bawah permukaan bumi pada 10 - 30 meter ditunjukkan dari warna merah hingga merah muda memiliki nilai konduktivitas 2,5 - 4 A/m². Nilai

konduktivitas 0,1 - 1 A/m² di dominasi pada rentang 190 - 240 meter dan di bawah permukaan bumi pada 10 - 40 meter ditunjukkan dari warna hijau. Rentang 50 - 90 meter dan di bawah permukaan bumi pada 10 - 40 meter dan rentang 140 - 160 meter dan di bawah permukaan bumi pada 10 - 20 meter ditunjukkan dari warna ungu memiliki nilai konduktivitas -3,5 - (-7) A/m².



Gambar 5. Korelasi Jarak vs Tilt dan Ellips dengan RAE dan Fraser

Gambar 4, warna merah muda menunjukkan anomali konduktif, sedangkan warna ungu menunjukkan anomali resistif. Warna hijau (bernilai 0) berarti nilai konduktivitas sama dengan batuan sekitarnya. Anomali konduktif biasanya mengindikasikan area bahaya tanah longsor, dikarenakan medan tersebut dapat berisikan fluida (air) sesuai dengan pendapat Vargomezis (2007).

Pendugaan batuan penyusun berdasarkan hasil interpretasi peta RAE didominasi batuan hasil sedimentasi berupa batuserpih, batukapur, batulempung, dan batulanau yang dikorelasikan dengan lembar geologi setempat. Diketahui lintasan pengukuran berada pada Formasi Mengkarang (Pm) dan telah sesuai dengan peta geologi setempat.

PENUTUP

Simpulan

Sebagian area dari lintasan pengukuran yang memiliki anomali konduktif yang berada pada rentang 100 - 120 meter dan di bawah permukaan bumi pada 10 - 40 meter dan 170 - 190 meter dan di bawah permukaan bumi pada 10 - 30 meter. Area tersebut diperlukan rekayasa geoteknik dalam perencanaan pembangunan pemukiman penduduk maupun infrastruktur dikarenakan pada daerah tersebut memiliki nilai konduktivitas tinggi yang dimana mempunyai nilai daya dukung tanah yang rendah. Sehingga, rentan akan terjadinya pergeseran tanah dan memungkinkan adanya porositas, sehingga fluida masuk ke dalam. Didukung dengan area tersebut pada jarak 100 - 120 meter memiliki kelas lereng 25% dan pada jarak 170 - 190 meter memiliki kelas lereng 12,5 - 16,67% merupakan lahan dengan kemiringan lereng curam, yang rentan terhadap bahaya tanah longsor, dan mudah tererosi. Dapat diidentifikasi area tersebut berbahaya dan dapat menyebabkan potensi terjadinya tanah longsor.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Trie Hartini, Iwilja Dharmawan, Riadi Adriansyah, Ifdiyah, Anisya Aulya Rahmi dan Aderanie Nafissyahri Rudyan yang telah berkontribusi dalam pembuatan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, K., Hutomo, E.S., Erina, P., Ratih, G.P., Muhammad, N.J., Rahsetyo, P.P., 2016. Identifikasi Sifat Konduktifitas Pada Zona Mineralisasi Mangan di Jurangandul, Tegalombo. Pacitan, Jawa Timur dengan Menggunakan Metode Very Low Frequency. Universitas Gadjah Mada.
- Fikri, R., 2017. Rekonstruksi Bawah Permukaan Candi Belahan Menggunakan Metode Very Low Frekuensi (VLF-EM). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika FMIPA ITS.
- Fernando, 2006. 2-D Inversion of VLF-EM Single Frequency, Centro de Geofisica da Universidade de Lisboa, Portugal.
- Fraser, C. (1997). Digital Camera Self-Calibration. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 52 (4) : 149-159. Fryer, J. (1989). Camera clibration in Non Topographic Photogrammetry. ASPRS, 59-69.
- Grandis, H., 2009. Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika. Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI).
- Hiskiawan, P. 2009. High Resolution Deteksi Reaktif Patahan Dangkal dengan Metode Geofisika, VLF-EM. Jurnal Ilmu Dasar Vol. 10 No. 1. 2009 : 68 – 76.
- Indriyani, D.D., 2014. Pemetaan Distribusi Aliran Sungai Bawah Tanah. Universitas Negeri Semarang, Jurusan Fisika FMIPA.
- Jeng, Y., Lin, M. J., & Chen, C. S. (2004). A very low frequency-electromagnetic study of the geo-environmental hazardous areas in Taiwan. Environmental Geology, 46(6), 784-795.
- Karnawati, D. (2001). Bencana Alam Gerakan Tanah Indonesia Tahun 2000 (Evaluasi dan Rekomendasi). Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Reitz, J.R. dan Milford, F.J., 1966, Foundation of Electromagnetic Theory, Addison Wasley, Tokyo.
- Purnomo, N. H. 2008. Kerawanan Longsor Lahan di Kecamatan Pacet Kabupaten Mojokerto. Jurnal Geografi Volume 7, Nomor 14, Desember 2008 : 1036 - 1049, 15 - 17.
- Santos, F. M., Mateus, A., Figueiras, J., & Gonçalves, M. A. (2006). Mapping groundwater contamination around a landfill facility using the VLF-EM method—a case study. Journal of Applied Geophysics, 60(2), 115-125.

- Saydam, A. S., 1981, Very Low Frequency Electromagnetic Interpretation Using Tilt Angle and Ellipticity Measurements, *Geophysics*, 46, 1594- 1605.
- Sharma, S.P., Biswas, A., Baranwal, V.C., 2014. Very Low Frequency Electromagnetic Method: A Shallow Subsurface Invertigation Technique for Geophysical Applications.
- Shi, J. S., Wu, L. Z., Wu, S. R., Li, B., Wang, T., Xin, P., 2016. Analysis of the causes of large-scale loess landslides in Baoji, China. *Geomorphology* 264, 109-117.
- Shofyan, M.S., Hilyah, A., R, J.P.G.N., 2016. Penerapan Metode Very Low Frequency Electromagnetic (VLFEM) Untuk Mendeteksi Rekahan Pada Daerah Tanggulangin, Sidoarjo. *J. Geosaintek* 2, 129–134.
- Smith, B.D. dan Ward, S.H., 1974, On the Computation of Polarization Ellipse Parameters, *Geophysics*, 39, 867 – 869.
- Telford, W., Geldart, L., and Sheriff, R., 1990, *Applied Geophysics* Second Edition. New York: Cambridge University Press.
- Van Zuidam, R. A. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. ITC, Smits Publisher. Enschede, The Hagu.
- Verstappen, H.Th. (1983). *Applied Geomorphology- Geomorphological Survey for Environmental Development*. Elsevier, New York.
- Wentworth, C. K. 1922. A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *Journal of Geology*, Vol. 30, Pp. 377-392.
- Wijaya, O., 2014. Identifikasi Patahan Bawah Permukaan untuk Evaluasi Mud Vulcano di Gunung Anyar Tengah – Surabaya dengan Metode Very Low Frequency – Electromagnetic (VLF-EM). Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika FMIPA ITS.
- Wijayanti, N., 2017. Pemetaan Aliran Sungai Bawah Tanah di Daerah Rengel-Tuban dengan Menggunakan Metode Very LowFrequency - Electromagnetic (VLF-EM). InstitutTeknologi Sepuluh Nopember, Jurusan Fisika FMIPA ITS.