


**PENYELIDIKAN SEBAB TERJADINYA SUARA GEMURUH
DALAM TANAH DAERAH MENCIRAN KEBONAGUNG,
KECAMATAN IMOIRI, KABUPATEN BANTUL
DENGAN METODE ELEKTROMAGNETIK
VERY LOW FREQUENCY (VLF)**

Oleh :
Agus Santoso¹⁾

 *Very Low Frequency (VLF) Electromagnetic Method is a method used for measuring value of rock conductivity force based on secondary electromagnetic wave measurement. This method was used for investigating a thundering voice heard under earth after earthquake in May 27, 2006. Research area location was in Manciran, Kebon Agung, Imogiri. This research purpose was to understand hole form under the earth so that the area could be mapped above the earth quantitatively as to consider possibility of dangerous area potency for population residence.*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Paska gempa hebat 27 Mei 2006 di daerah Bantul, kemudian disusul oleh adanya suara gemuruh yang terdengar dari dalam tanah oleh sebagian penduduk Dusun. Menciran Desa Kebonagung, Kecamatan Imogiri. Penyelidikan dilakukan dengan metode very low frequency (VLF), metode ini adalah metode pasif, karena mengukur besarnya anomali dalam hal ini adalah besarnya konduktifitas batuan yang ada dalam bumi. Anomali ini akan

menimbulkan suatu perbedaan batuan dalam bumi. Dengan perbedaan anomali maka dapat di untuk mengetahui konfigurasi di bawah permukaan tanah daerah tersebut.

1.2. Maksud dan Tujuan.

Penyelidikan ini dimaksudkan untuk memperoleh data dan informasi tentang potensi retakan-retakan yang ada dalam bumi Tujuannya adalah untuk mengetahui bentuk rongga-rongga dibawah tanah, sehingga dapat daerah tersebut dapat dipetakan dipermukaan bumi secara kuantitatif sehingga dapat

1. Ir. Agus Santoso, MSi adalah Staff pengajar Jurusan Teknik Geofisika UPN "Veteran" Yogyakarta

dipertimbangkan kemungkinan potensi daerah Bahaya untuk pemukiman penduduk. Dengan metode Geofisika Elektromagnetik VLF, diharapkan dapat mengetahui kondisi bawah permukaan yang didasari oleh sifat-sifat fisika material atau batuan di dalam tanah, maka dapat diketahui konfigurasi bawah permukaan bumi di daerah penyelidikan, berdasarkan besarnya harga konduktivitas batuan di daerah tersebut.

1.3. Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian di Dusun Menciran Desa Kebonagung .Kecamatan Imogiri yang terletak di Kabupaten Bantul. Secara umum terletak di tepi sungai Oyo, dengan pengukuran sebanyak tiga lintasan dengan posisi adalah sbb :

Posisi lokasi lintasan daerah pengukuran Geofisika adalah sbb :

Lintasan 1.

Lokasi 110° 21' 45" BT dan 07° 56' 16" LS, azimuth N 345°E dan panjang 200 m.

Lintasan 2.

Lokasi 110° 21' 52" BT dan 07° 56' 12" LS, azimuth N125°E dan Panjang 160 m.

Lintasan 3.

Lokasi 110° 21' 49" BT dan 07° 56' 11" LS, azimuth N101°E dan Panjang 170 m.

1.4. Waktu Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan mulai tanggal 6 Januari 2007 selama 1 hari kerja dengan jumlah 3 Lintasan pengukuran di Dusun Menciran Desa Kebonagung Kecamatan Imogiri. Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

II. GEOLOGI UMUM

2.1. Geomorfologi

Fisiografi daerah kabupaten Bantul termasuk dalam busur bergunung api Jawa bagian selatan yang merupakan bagian dari busur Sunda yang terbentang mulai Pulau Sumatera, Jawa ke Nusa tenggara dan selanjutnya mengitari Laut Banda.

Morfologi daerah Kebonagung merupakan dataran alluvial yang terletak di sebelah timur sungai Oyo yang mengalir dari utara ke selatan, dengan ketinggian 25 m dari muka air laut. Daerahnya meliputi pemukiman penduduk yang sekitarnya dikelilingi oleh persawahan yang cukup luas dan subur. Pemukiman banyak yang masih berantakan karena diguncang gempa bumi Mei 2006. sekarang dalam taraf pembangunan kembali perumahan penduduk.

2.2. Batuan Penyusun (Stratigrafi)

Daerah imogiri dan sekitarnya terdiri dari batuan Formasi Nglanggran dan Sambipitu, serta alluvial.

Formasi Nglanggran komposisi batuan breksi, konglomerat dan aglomerat, yang berasal dari aktivitas Volkanik, berlapis baik, Berumur Miosen Tengah.

Formasi Sambipitu, terletak diatas Formasi Nglanggran, dengan komposisi aglomerat, konglomerat hasil kegiatan volkanisme, berlapis baik, berumur Miosen Tengah.

Formasi Oyo, terletak secara tidak selaras diatas Formasi Nglanggran dan Formasi sambipitu, dengan komposisi breksi, kadang gampingan, batupasir, tufa andesit, napal tufa, batugamping dan konglomerat, berumur Miosen Tengah Atas.

Alluvial, terdiri dari endapan material lepas, kerikil, kerakal berukuran lempung sampai bongkah yang diendapkan holosen sampai sekarang masih berlangsung terus.

Perlu diperhatikan bahwa kedalaman yang berkorelasi dengan pengukuran alat Geofisika hanya sampai kedalaman 40 m saja. Jadi ini hanya mencapai Formasi Oyo Saja.

III. DASAR TEORI

3.1. Peralatan yang digunakan.

Peralatan yang digunakan adalah T-VLF BRGM, Yang diproduksi Iris Instrumen di Perancis, dengan Spesifikasi sbb :

- Unit sensor yang tanah percikan air
- Dimensi 43 x 24 x 24 Cm- Berat 6,2 Kg (Termasuk 6 Bateray besar 1,5 V, satu Bateray kecil 9 Volt)
- Visualisasi dan Kontroler T

Dimensi 27 x 20 x 4 Cm

Berat : 0,85 Kg (bateray kering 9 Volt)

Keyboard : 18 tombol

Penampilan grafis : 240 x 64 piksel.

- Suhu pengoperasian 20°C - + 50°C
- Suhu Penyimpanan 40°C - + 80°C
- Power Supply unit sensor : Enam bateray besar ukuran 1,5 Volt
- Power suplay unit Kontrol : satu bateray 9 volt Tipe 6 LR61

3.2. Dasar Teori Elektromagnetik VLF

Penelitian Geofisika menggunakan metode Elektromagnetik VLF (Very Low Frequency), metode ini bertujuan untuk mengukur harga daya konduktivitas batuan berdasarkan pengukuran gelombang elektromagnetik sekunder.

Metode ini memanfaatkan gelombang hasil induksi elektro magnetik (EM) yang berfrekuensi



Foto Alat T VLF yang digunakan dalam pengukuran, terdiri dari : 1 unit sensor, Kontroler T dan Kabel penghubung antara kontroler dengan unit sensor

sangat rendah dari 10 sampai 30 KHz. Karena frekuensinya yang cukup rendah, gelombang ini memiliki penetrasi yang cukup dalam. Gelombang ini juga menjalar ke seluruh dunia dengan atenuasi yang kecil dalam pandu gelombang antara permukaan bumi dan ionosfer.

Karena induksi gelombang tersebut, maka di dalam medium/batuan akan timbul arus induksi. Arus induksi (Arus Eddy) inilah yang menimbulkan medan sekunder yang dapat ditangkap dipermukaan bumi. Besarnya kuat medan EM sekunder ini sebanding dengan besarnya daya hantar listrik batuan (ρ), sehingga dengan mengukur kuat medan pada arah tertentu, maka secara tidak langsung kita dapat mendeteksi daya hantar listrik batuan dibawahnya.

Metode yang digunakan adalah TILT ANGLE, yaitu mendeteksi struktur konduktif dan kontak geologi seperti daerah yang retak-retak (cracks) atau rongga yang terisi air atau hanya terisi udara saja, zona alterasi atau mineralisasi, zona patahan dan dyke.

Pada batuan sediment akan baik untuk penentuan keberadaan lempung, variasi ketebalan bedrock, juga untuk mengetahui pelamparan zat-zat pencemaran lingkungan. Dalam mode ini arah strike target memiliki sudut 45° dengan lokasi pemancar medan primer akan memberikan fluks yang maksimum jika memotong struktur, sehingga memberikan kemungkinan anomaly yang paling besar.

Parameter Elektromagnet VLF yang penting adalah :

1. Pemancar.

Pemancar ini mulai dibangun sejak perang Dunia I, digunakan untuk komunikasi jarak jauh karena kemampuannya untuk komunikasi global dengan pelemahan yang sangat kecil pada gelombang bumi ionosfer.. Penetrasinya cukup efektif hingga dapat menembus laut dalam.

Pemancar Elektromagnetik VLF yang cukup penting dan umum digunakan di Indonesia adalah NWC (North West Cape) Australia, NDT Dan JJF4 di Jepang serta Bombay (India). Pada Penelitian ini kita menggunakan pemancar NWC Australia dan JJF4 Jepang.

2. Pengaruh Atmosfer.

Sumber noise yang utama adalah radiasi medan elektromagnetik akibat kilat atmosfer baik ditempat dekat atau jauh dari lokasi pengukuran. Pada Frekuensi VLF radiasi medan ini cukup dapat melemahkan sinyal yang dipancarkan oleh pemancar. Daerah yang cukup banyak badai tersebut adalah : Amerika tengah dan selatan Afrika tengah dan Asia tenggara termasuk Indonesia.

Noise kedua adalah variasi diurnal medan Elektromagnetik bumi, dimana terjadi pergerakan badai dari arah timur kebarat yang terjadi mulai siang hingga sore hamper malam, maka disarankan pengukuran VLF di Indonesia dilakukan pada bulan musim kemarau (Mei Juli) dimulai pagi hari jam 06.00 sampai jam 12.0 siang saja.

3. Rambat gelombang elektromagnet

Pada Elektromagnetik VLF dengan Frekuensi <100 KHz, arus pergeseran akan lebih kecil dari arus konduksi karena permitivitas dielektrik batuan rata-rata cukup kecil dan konduktivitas target biasanya > 10⁻² S/m. hal ini menunjukkan efek medan akibat arus konduksi memegang peranan penting ketika terjadi perubahan konduktivitas batuan.

4. Pelemahan (Atenuasi) Medan

Pelemahan medan ini mempengaruhi kedalaman. Kedalaman pada saat amplitude menjadi 1/e (kira-kira 37%) dikenal sebagai skin depth atau kedalaman kulit. Kedalaman ini dalam metode Elektromagnet disebut sebagai kedalaman penetrasi gelombang, Yaitu :

$$\text{Kedalaman} = 504 \sqrt{\frac{\rho}{f}}$$

Dimana ρ adalah resistivitas dalam ohm-meter, dan f adalah frekuensi.

5. Fase dan Polarisasi ellips.

Pada pengukuran akan menghitung parameter sudut tilt dan eleiptisitas dari pengukuran komponen in phase dan out phase medan magnet vertical terhadap komponen horisontalnya. Besarnya sudut tilt (%) akan sama dengan

perbandingan Hz/Hx dari komponen inphasenya. Hz adalah medan magnet vertical dan Hx adalah medan magnet Horizontal.

IV. AKUSISI DATA LAPANGAN.

4.1. Umum

Penyelidikan pendahuluan yang dilakukan adalah pengumpulan data sekunder seperti data geologi, publikasi daerah Bantul tentang lokasi suara gemuruh seperti runtutan dan data penunjang lainnya.

Sebelum dilakukan akusisi data, maka peralatan harus dikalibrasi dulu sehingga memenuhi prosedur operasi standart.

Kesulitan dan hambatan yang dihadapi dilapangan adalah musim hujan dan medan yang terlalu sulit karena banyaknya pemukiman penduduk disekitarnya maka sangat sulit untuk mencari jalur lintasan sepanjang 500 m, yang terukur hanya lintasan hanya 200 m, 160 m dan 170 m. Lintasan sepanjang ini sebetulnya kurang panjang. Tetapi karena obyek yang dicari telah ditemukan maka sudah dianggap memenuhi persyaratan.

4.2. Perlengkapan Lapangan

1. Satu set T-VLF BRGM Iris
2. Enam Buah Bateray besar masing-masing 1,5 Volt dan satu bateray 9 Volt.
3. GPS (Untuk mengetahui lokasi titik pengamatan)
4. Peta Lapangan dan peralatan tulis.
5. Roll Meter 2 buah (@ 100 m).
6. Kompas Geologi
7. Loupe dan palu Geologi.

4.3. Akusisi Data

Adapun langkah-langkah pengukuran dilapangan adalah :

1. Membuat lintasan pengukuran/ Azimuth, dengan mencatat lokasi titik pertama dengan GPS.
2. Melakukan data lapangan. Dalam pengambilan data ini operator menghadap ke arah pemancar (JJF/Jepang atau NWC/ Australia), hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa medan magnet terarah mendatar dan tegak lurus pemancar, sedang medan listrik berarah mendatar dan searah pemancar navigasi untuk mendapatkan hasil yang optimal.
3. Pada setiap stasiun diamati nilai terbaik dari data yang ditunjukkan dengan bar quality yang tinggi pada layar T-VLF.
4. Pengukuran diulang apabila kualitas data jelek yang ditandai dengan munculnya tanda SE (Over range medan listrik) atau SHE (Over range medan magnet dan medan listrik) pada layar T-VLF. Pada keadaan tersebut diperkirakan banyak gangguan/noise yang masuk.
5. Apabila kualitas data bagus, maka data disimpan dalam memori yang ada pada alat atau ditulis pada lembar data.

5. Pengolahan Data dan Interpretasi

5.1. Program Komputer.

Berdasarkan hasil analisa data akhir yang dilakukan dengan program komputer, dan pengolahan data menggunakan software Matlab, diperoleh hasil akhir : kedalaman yang berkorelasi

dengan besarnya prosentase kerapatan arus (tahanan jenis sesungguhnya "True resistivity") batuan.

5.2. Interpretasi Kualitatif.

Berdasarkan hasil analisa data akhir yang dilakukan dengan program komputer, dan didukung data geologi lokal dan regional daerah penelitian, diperoleh hasil akhir bahwa daerah ini secara geologis umumnya Terdiri dari batuan yang tidak konduktif tetapi massif dan banyak terkekarkan /rekahan sehingga waktu terjadi gempa Mei 2006 dengan 5,9 skala Richter, rekahan tersebut berkembang menjadi tidak stabil dan akhirnya runtuh membentuk rongga rongga yang cukup besar, dan digenangi oleh air yang cukup banyak.

Anomali tersebut kemungkinan adalah :

1. Adanya batuan ubahan yang membentuk semacam intrusi membentuk batuan sulfida karena proses hidrotermal.
2. Adanya batulempung yang mencuat keatas akibat tekanan dari gaya gempabumi.
3. Adanya Rongga jenuh air yang cukup besar. Terbentuk karena runtuh dibawah permukaan yang membentuk rongga sehingga dapat menimbulkan suara gemuruh.

5.3. Interpretasi Kuantitatif.

Hasil analisa kuantitatif dengan matlab menghasilkan rapat arus batuan yang berubah. Disini dapat terlihat adanya perbedaan rapat arus (Konduktivitas) yang mencolok, sehingga menghasilkan anomali lokal, yang dapat dilihat pada interpretasi

akhir tiap Lintasan (L1, L2 dan L3). Prinsipnya tiap batuan mempunyai konduktivitas yang tertentu. Konduktivitas besar menunjukkan adanya benda anomali sehingga nilai tiltnya cenderung menurun. (Interpretasi kuantitatif dapat dilihat pada Interpretasi akhir Bab V.)

V. INTERPRETASI AKHIR

5.1. Hubungan antara Konduktivitas dan Kerapatan Arus dan Resistivitas

Konduktivitas adalah kemampuan untuk mengalirkan arus elektromagnet pada batuan tersebut. Sedangkan resistivitas adalah kemampuan batuan untuk menahan aliran listrik yang dialirkan pada batuan tersebut, Jadi bila batuan resistivitasnya rendah maka konduktivitasnya tinggi, atau berbanding terbalik.

Kerapatan arus adalah banyaknya arus listrik yang dapat melalui/melewati suatu batuan, jika kerapatannya besar maka batuan tersebut konduktivitasnya juga besar, tetapi sebaliknya resistivitasnya akan kecil. Rongga yang terisi air akan mempunyai harga kerapatan arus yang tinggi. Semakin tinggi kerapatan arus maka kandungan airnya akan besar. Kerapatan mempunyai satuan persen (%).

5.2. Hasil Interpretasi akhir

Hasil Interpretasi akhir dapat di lihat pada tiap line pengukuran dibelakang (Dibagi dalam 3 lintasan).

1. Lintasan Pertama (L1)

Benda anomali pertama terdapat pada kedalaman 20 - 30 m pada jarak 60 70 m, garis tengah rongga 10 m. Benda

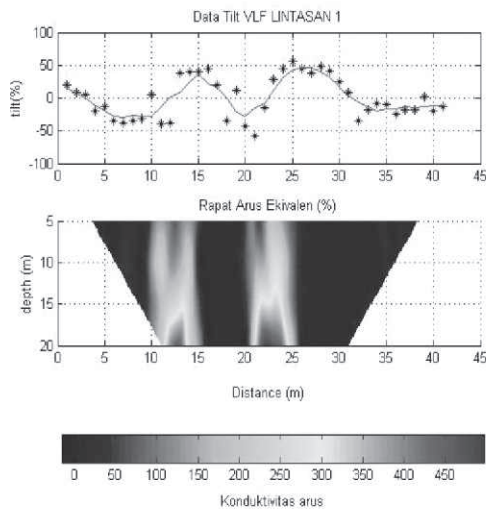
anomaly kedua terdapat pada kedalaman 17 - 40 m, dengan jarak 102 - 125 meter dengan diameter 20 m.

2. Lintasan Kedua (L2)

Benda anomaly ini sama dengan benda anomaly kedua dari lintasan pertama yang dipotong tegak lurus yang terdapat pada kedalaman 17-40 m pada jarak 75 - 85 m. dari dua potongan lintasan ini maka rongga akan membesar kearah utara sampai jarak 125 m, jadi bentuknya tidak beraturan.

3. Lintasan Ketiga (L3).

Benda anomaly ini sama dengan yang pertama pada lintasan satu, terdapat pada kedalaman 20 - 25 m, pada jarak 90 - 110 m, akan membesar kearah timur jalan, dengan diameter timur barat = 20 meter, sedang kearah



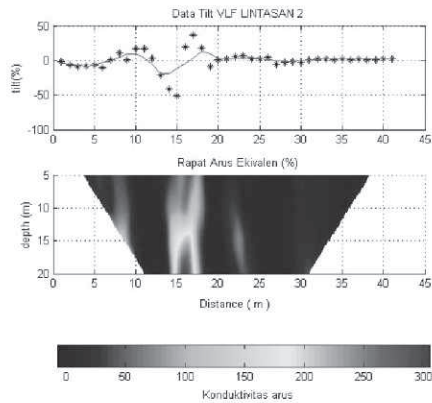
selatan - utara diameternya hanya 10 m.

Lintasan 01 :

Gambar Atas : grafik Tilt menunjukkan anomaly negatif dan positif yang cukup

besar

Gambar Bawah : Anomali sebelah kiri kenampakan benda anomaly yang memuat keatas pada kedalaman 20 m lebar 10 m. Anomali sebelah Kanan dengan kedalaman 17 m dan lebar 20

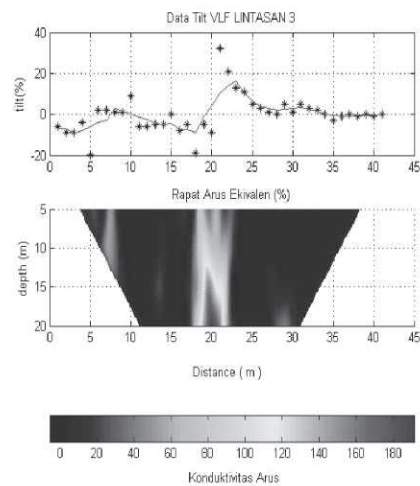


m. juga berisi air, Kerapatan arus cukup besar 450.

Lintasan 02 :

Gambar Atas : grafik Tilt menunjukkan Kontras anomaly negatif dan positif yang cukup besar pada jarak 75 85 m, gambar ini adalah profil dari anomaly sebelah kanan dari lintasan 1

Gambar Bawah : Konduktivitas besar, merupakan kenampakan benda anomaly



pada kedalaman 17 m dengan lebar 10 m, kontras konduktivitas, warna merah kehitaman. Kerapatan arus sedang: 300.

Lintasan 03 :

Gambar Atas : Lintasan ini adalah profil tegak lurus lintasan 1. Grafik Tilt menunjukkan Kontras anomali negatif dan positif yang cukup besar pada jarak 75 - 85 m

Gambar Bawah : Kenampakan benda anomaly pada kedalaman 20 m dengan lebar 20 m , Kerapatan arus hanya 180, warna merah kehitaman.

Pemboran

Untuk mendapatkan kepastian keberadaan benda anomali secara detil maka dilakukan uji lanjut, yaitu

pembuatan pemboran sedalam 50 m, sehingga dapat diketahui kedalaman benda tersebut.

Setelah diadakan pemboran untuk membuktikan adanya benda anomali tersebut maka pada kedalaman 20 - 50 m ditemukan adanya mineral lempung yang berwarna kehitaman, diperkirakan sebagai benda anomali tersebut.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan interpretasi Geofisika dan geologi dan dilanjutkan dengan pemboran dangkal daerah ini terbukti benda anomali tersebut adalah lempung yang mencuat keatas dari dalam bumi. Dan adanya suara gemuruh tidak terbukti dari rongga dalam tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Dobrin, M,B & Savit, CH 1988, "Introduction to Geophysical Prospecting", Mc Graw Hill Co, Fourth edition, New York, San Fransisco.
- Gharibi, M and Pedersen, LB, transformation of VLF data into apparent resistivities and phases, *Geophysics*, 64, p 1393 1402
- Grant,F,S. & West,G,F, 1965, "Interpretation Theory in Applied Geophysics", Mc Graw Hill Co, New York, San Fransisco, Toronto, London, Sydney.
- Iris, 1993, T-VLF Operating manual, Rel 1,0, Iris Instruments
- Kaikonen, P, 1979, Numerical VLF Modelling, *Geophysics Prospecting*, 27, 815 834
- Karous, M, Hjelt, SE, 1983, Linear Filtering of VLF dip angle Measurement, *Geophysics prospecting* V 31, 782 794.
- Sharma, PV, 1997, Environment and engineering Geophysics, Canbridge University Press.
- Telford, W,M, Geldart,L,P, Sheriff,R,E & Keys, D,A, 1976, " Applied Geophysics" Canbridge University Press, New York, London Melbourne.
- Towle NJ 1983, 1983, VLF Electromagnetic investigation of the Crater and Central dome of Mount ST Helens, Washington, *Journal of Volcanology and geothermal Research*, 19, p 113 120.