

Pendugaan Aliran Sungai Bawah Tanah Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Masyarakat Desa Hargosari Gunungkidul Berdasarkan Data VLF-EM Terkoreksi Topografi

Rahmat Faizal¹, Sismanto², Rosmalia Handayani³, Asta⁴

^{1,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Borneo Tarakan, Kalimantan Utara

²Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UGM, Yogyakarta
Email: ¹rahmatfaizal@borneo.ac.id, ³rosmaliahandayani@gmail.com, ⁴salsa_sah@yahoo.com

Received 26 Oktober 2017; Reviewed 23 November 2017; Accepted 29 Desember 2017

<http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneoengineering>

Abstract

Hargosari region is located in the Gunungsewu karst area known as an infertile area and less water especially during dry season. Geologically, it is composed by limestones that potentially cause underground river as a result of dissolving process. VLF-EM method is used to know the pattern of underground river associated with the contrast of conductive physical parameter caused by the existence of water in the hole of limestones. The purpose of this study are to determine Bribin underground river trace and pattern as well as its modelling using the Inv2DVLF software. The qualitative interpretation was done based on the data processing that has been topography corrected using a moving average filter and Karous-Hjelt filter, while the quantitative interpretation using Inv2DVLF program and visualised using Surfer 12. Based on the qualitative and quantitative interpretations, it can be concluded that Bribin underground river flows from the east to the west direction through Hargosari region, and it consists of two underground river streams which are interconnected. The width of conductive area was (25 ± 5) m at the depth range about 148-184 m.

Keywords: *Bribin underground River, VLF-EM, Karous-Hjelt filter, Fraser Filter, equivalent current density*

Abstrak

Desa Hargosari terletak dalam kawasan karst Gunungsewu dikenal sebagai daerah tandus dan kekurangan air terutama saat musim kemarau. Keadaan geologi yang tersusun atas batu gamping berpotensi menghasilkan sungai bawah tanah akibat dari proses pelarutan. Metode VLF-EM digunakan untuk mengetahui pola aliran sungai bawah tanah sesuai dengan kontras parameter fisis konduktivitas akibat keberadaan air dalam rongga batu gamping. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan arah dan pola aliran sungai bawah tanah serta memodelkan Sungai Bawah Tanah Bribin dengan menggunakan software Inv2DVLF. Interpretasi kualitatif dilakukan berdasarkan pengolahan data yang telah terkoreksi topografi menggunakan filter moving average dan filter Karous-Hjelt, sedangkan interpretasi kuantitatif menggunakan program Inv2DVLF yang divisualisasikan dengan Surfer 12. Berdasarkan Interpretasi kualitatif dan kuantitatif dapat diketahui bahwa Sungai Bawah Tanah Bribin mengalir dari arah timur menuju arah barat melewati Desa Hargosari, terdiri dari dua aliran sungai bawah tanah yang saling berhubungan. Lebar daerah konduktif (25 ± 5) m dengan kedalaman berkisar (148-184) m.

Kata kunci: *Sungai Bawah Tanah Bribin, VLF-EM, filter Karous-Hjelt, Filter fraser, Rapat arus ekuivalen*

1. Pendahuluan

Kabupaten Gunungkidul merupakan daerah yang dikenal kering, tandus, dan selalu mengalami kekurangan air terutama saat musim kemarau. Hal ini disebabkan kondisi geomorfologi Kabupaten Gunungkidul berupa perbukitan batu gamping (*limestone*) dengan puncak-puncak kecil membulat yang sudah mengalami proses *karstifikasi*. Batu gamping mempunyai tingkat kelarutan tinggi menyebabkan tanah menjadi porous yang langsung melewatkan air hujan yang jatuh di permukaan tanah melalui rekahan dan retakan-retakan batuan, air yang mengalir di bawah permukaan akan terakumulasi dalam suatu pola aliran tertentu sebagaimana layaknya sungai permukaan melalui lorong-lorong gua yang pada akhirnya membentuk sungai bawah tanah (Kusumayudha, 2005).

Metode VLF-EM dipilih untuk menyelidiki sungai bawah tanah di daerah karst karena aliran sungai bawah tanah pada medium batu gamping erat sekali kaitannya dengan retakan dan celah yang melebar secara unik oleh proses pelarutan. Retakan dan celah tersebut perlahan membentuk gua-gua yang terisi oleh fluida berupa air yang kandungannya bervariasi, sehingga peningkatan konduktivitas listrik cukup signifikan daripada lingkungan karst itu sendiri dan membuatnya mudah dideteksi dengan teknik EM seperti VLF (Coppo, et.al, 2006). Sismanto, et.al., (2002) pernah melakukan uji coba disekitar Gua Bribin dengan metode VLF-EM dan dihasilkan respon yang jelas dan akuisisi data yang relatif mudah walaupun medan yang memiliki morfologi dan topografi yang lumayan berat sehingga metode elektromagnetik ini cukup menjanjikan untuk digunakan dalam pemetaan sungai bawah tanah. Metode VLF-EM diharapkan dapat membantu dalam melaksanakan pemetaan Sungai Bawah Tanah Bribin ini guna memenuhi kebutuhan air masyarakat Desa Hargosari Kabupaten Gunungkidul.

1.1. Persamaan Gelombang Elektromagnetik

Secara teoritis dasar metode VLF menggunakan teori perambatan gelombang elektromagnetik dari persamaan Maxwell dalam bentuk hubungan vektor medan listrik dan medan magnetik, yaitu

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \quad (1)$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \quad (2)$$

dengan \mathbf{E} adalah intensitas medan listrik (V/m), \mathbf{B} adalah induksi magnetik (Wb/m^2), \mathbf{H} adalah intensitas medan magnet (A/m), \mathbf{J} adalah densitas arus (A/m^2) dan \mathbf{D} adalah pergeseran listrik (C/m^2).

Jika diasumsi bahwa medan \mathbf{E} dan \mathbf{H} hanya sebagai fungsi eksponensial

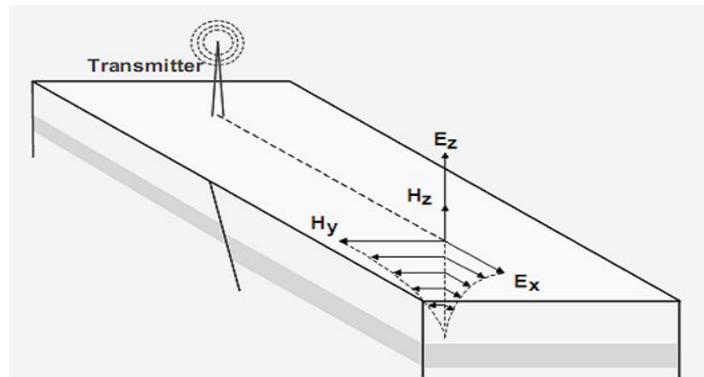
$$\nabla^2 \mathbf{E} = i\omega\mu\sigma\mathbf{E} - \omega^2\epsilon\mu\mathbf{E} \quad (3)$$

$$\nabla^2 \mathbf{H} = i\omega\mu\sigma\mathbf{H} - \omega^2\epsilon\mu\mathbf{H} \quad (4)$$

Persamaan (3) dan (4) adalah persamaan elektromagnetik untuk perambatan vektor medan listrik dan medan magnetik di dalam medium homogen isotrop dengan ϵ adalah permitivitas dielektrik (F/m), σ adalah konduktivitas listrik (S/m), dan μ adalah permeabilitas magnetik (H/m) (Davies, 1965 dan Telford, et.al, 1990).

1.2. Metode Elektromagnetik VLF

Medan elektromagnetik primer sebuah pemancar merambat diantara permukaan bumi dan ionosfer, terdiri dari komponen medan listrik vertikal \mathbf{E}_z dan komponen medan magnet horizontal \mathbf{H}_y yang tegak terhadap arah perambatan sumbu x (**Gambar 1**).

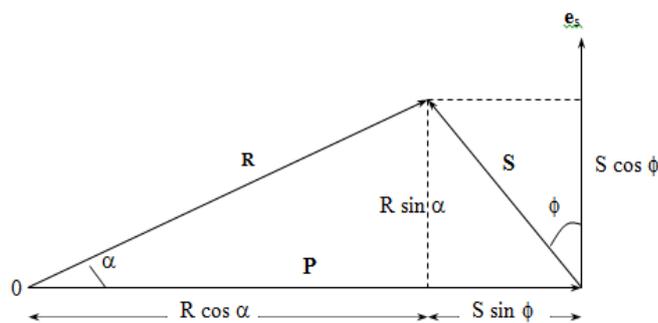


Gambar 1. Gelombang elektromagnetik untuk metode VLF (Reynolds, 1998)

Pada jarak yang cukup jauh dari antenna pemancar, komponen medan elektromagnetik primer H_y dianggap sebagai gelombang berjalan secara horizontal. Jika dibawah permukaan terdapat suatu medium yang konduktif, maka komponen medan magnet dari gelombang elektromagnetik primer akan menginduksi medium tersebut sehingga akan menimbulkan arus induksi (*eddy current*). Arus *Eddy* akan menimbulkan medan elektromagnetik sekunder yang dapat ditangkap di permukaan. Medan elektromagnetik sekunder dibangkitkan bergantung dari besaran fisis di dalam benda konduktif tersebut. Akibatnya, dengan mengukur medan totalnya (primer dan sekunder) dapat diketahui nilai konduktivitas sebagai salah satu dari sifat fisis benda tersebut.

1.3. Fase dan Polarisasi Ellips

Pada saat gelombang primer masuk ke dalam medium, gaya gerak listrik (ggl) induksi e_s , akan muncul dengan frekuensi yang sama, tetapi fasenya tertinggal 90° (Kaikkonen, 1979).



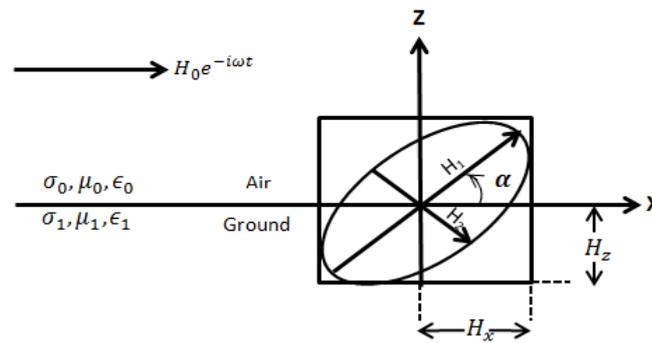
Gambar 2. Hubungan amplitudo dan fase gelombang sekunder (S) dan primer (P) (Kaikkonen, 1979)

Jika medan magnet horizontal adalah H_x dan medan vertikalnya sebesar H_z , maka besar sudut tilt (α)

$$\tan 2\alpha = \frac{H_x H_y \cos \delta}{H_x^2 - H_y^2} = \frac{\frac{H_z \cos \delta}{H_x}}{1 - \left(\frac{H_z}{H_x}\right)^2}, \tag{5}$$

dan eliptisitas (ϵ) sebagai

$$\epsilon = \frac{H_2}{H_1} = \frac{H_z H_x \sin \delta}{(H_1)^2} \tag{6}$$



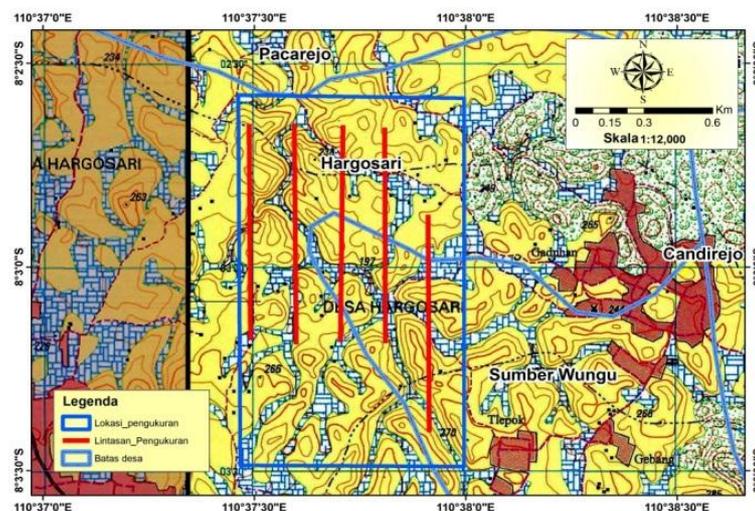
Gambar 3. Parameter polarisasi elips akibat benda konduktif pada bidang medan elektromagnetik (Saydam, 1981)

1.4. Pemodelan

Pemodelan dilakukan dengan software prepVLFforw dan Inv2DVLF yang dibuat oleh Santos. Menggunakan Inversi metode *least-squares* dengan algoritma *finite element*. Asumsi digunakan dalam program ini adalah lapisan bawah permukaan yang bersifat homogen dan tidak terdapat variasi lapisan, sehingga nilai resistivitas *half space* diwakili dengan satu nilai yang merupakan nilai rata-rata dari seluruh lapisan di daerah tersebut. Program Inv2DVLF dijalankan dari input yang dihasilkan program PrepVLF, dimana input dari PrepVLF adalah data yang terdiri dari frekuensi, jumlah titik spasi dan titik spasi ukur, topografi lokasi pengukuran dan nilai resistivitas lapisan bawah tanah. sedangkan input dari Inv2DVLF adalah jumlah iterasi dan parameter Lagrange. Jumlah iterasi maksimum yang digunakan adalah 30 kali dan parameter Lagrange yang digunakan adalah 0,03. Iterasi akan berhenti jika mencapai iterasi maksimum atau *error* yang dihasilkan sudah tidak mengalami perubahan dari iterasi sebelumnya. Pada pemrosesan data nilai resistivitas daerah pengukuran adalah 8000 ohmmeter karena merupakan daerah lingkungan karst yang berupa batuan karbonat.

2. Metode Penelitian

Data Yang digunakan adalah data hasil akusisi di Dusun Gaduhan Desa Hargosari, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta.



Gambar 4. Peta desain survei VLF-EM di Desa Hargosari

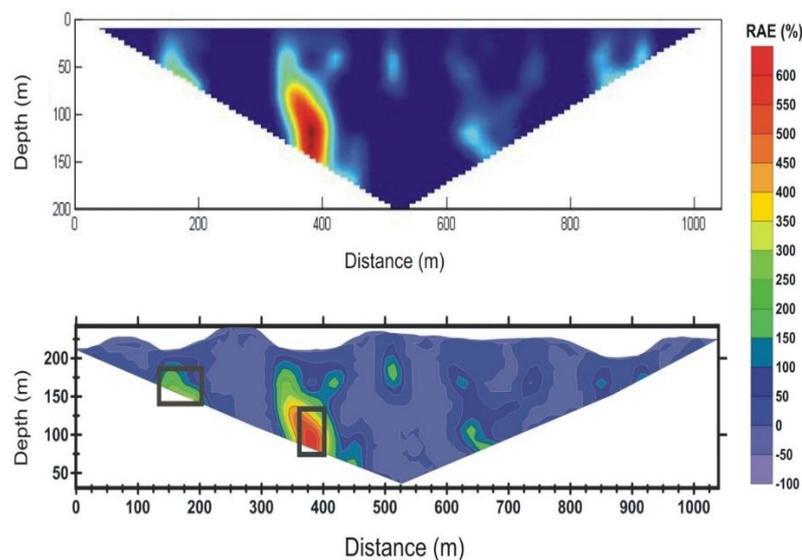
Penelitian ini menggunakan metode elektromagnetik *very low frequency* (VLF) pada daerah seluas $1 \times 1 \text{ km}^2$ yang terdiri dari 5 lintasan dengan jarak antar lintasan 200-230 m sesuai dengan keadaan topografi di lapangan. Pemilihan interval 10 m tiap stasiun dengan memperhatikan lebar rata-rata rongga sungai bawah tanah sekitar 20 meter pada penelitian sebelumnya. Desain survei Penelitian bisa dilihat pada **Gambar 4**.

Penelitian ini menggunakan mode *tilt angle*, yaitu arah lintasan memotong *strike* dan menggunakan pemancar NWC yang terletak di North West Cape, Australia dengan frekuensi 19800 Hz. Pengolahan data pada penelitian ini dibagi dua, yaitu pertama bertujuan mendapatkan hasil interpretasi kualitatif yang dilakukan berdasarkan pengolahan data yang telah terkoreksi topografi menggunakan filter *moving average* untuk menghilangkan *noise* dan filter Karous-Hjelt untuk memperlihatkan anomali benda konduktif bawah tanah, dan kedua untuk mendapatkan interpretasi kuantitatif dengan Pemodelan kebelakang menggunakan program Inv2DVLF yang divisualisasikan dengan Surfer 12 untuk menentukan posisi sungai bawah tanah.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum diproses data lapangan yang diperoleh terlebih dahulu dikoreksi topografi dan koreksi *moving average*. Koreksi topografi dilakukan untuk mereduksi adanya efek topografi dengan menggunakan koreksi Bakers dan Mayers, hal ini perlu dilakukan mengingat daerah penelitian memiliki kemiringan yang cukup besar, sedangkan koreksi *moving average* dilakukan karena data lapangan masih merupakan superposisi antara sinyal yang berasal dari anomali dan gangguan (*noise*) yang tidak diharapkan. Pengolahan secara kualitatif dilakukan dengan menggunakan filter Karaous-Hjelt untuk membuat kontur rapat arus ekivalen (RAE) Pada setiap lintasan.

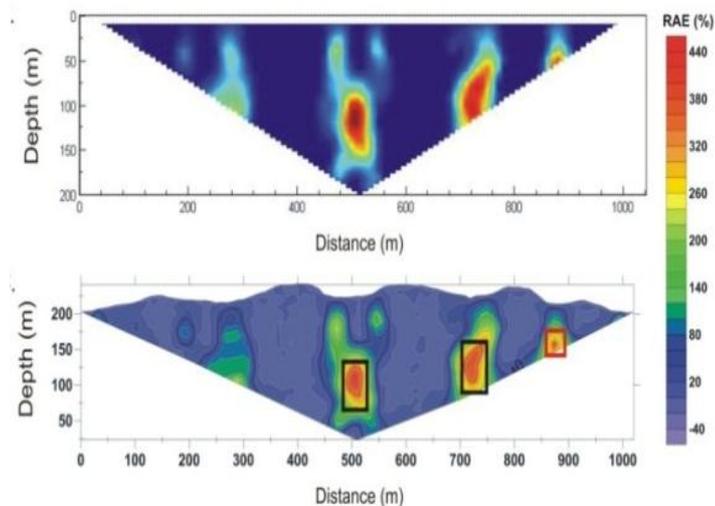
Gambar 5-9 menunjukkan hasil pengolahan dengan menggunakan Karous-Hjelt disetiap lintasan,



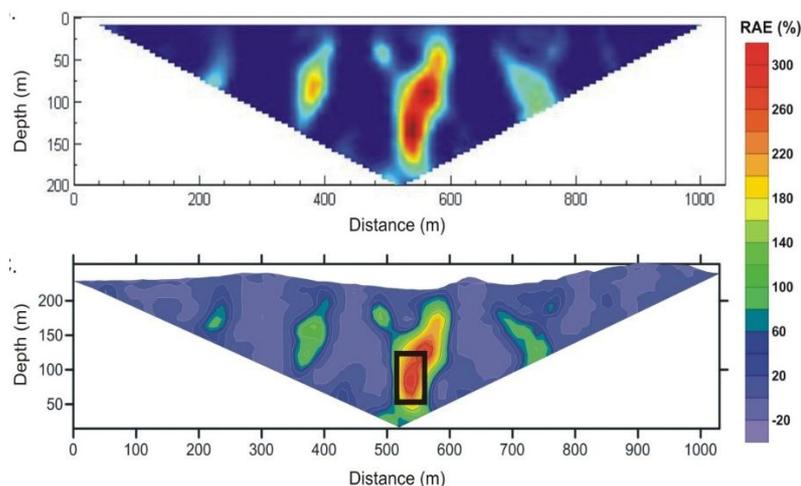
Gambar 5. Hasil pengolahan data VLF lintasan 1, (atas) filter Karous-Hjelt menggunakan matlab, dan (c) Kontur rapat arus terhadap topografi

Berdasarkan hasil interpretasi Filter Karous-Hjelt pada lintasan 1 (**Gambar 5.**) diperoleh nilai rapat ekivalen yang tinggi pada jarak 150 m dari titik awal pengukuran dengan kontras anomali 350% dengan ketinggian 133 m dari *mean sea level* dan lebar daerah konduktif diperkirakan sekitar 30 m. Nilai rapat arus ekivalen juga cukup tinggi dari titik awal pengukuran, ketinggian anomali 72 m dari *mean sea level* dan lebar daerah konduktif sekitar 20 m.

Pada lintasan 2 terlihat tiga daerah yang konduktif yang ditandai dengan nilai rapat arus ekivalen (RAE) yang lebih besar dari daerah sekitarnya. Daerah konduktif pertama ditandai dengan kontras anomali yang cukup besar berada pada jarak 480 m dari titik awal pengukuran, ketinggian sekitar 52 m terhadap *mean sea level* dengan lebar daerah konduktif sekitar 30 m. Daerah konduktif kedua dengan nilai RAE pada jarak 730 m dengan ketinggian dari *mean seal level* 70 m, dan lebar daerah konduktif diperkirakan sekitar 25 m. Daerah konduktif ketiga berada pada jarak 870 m, namun anomali ini diduga *noise*, karena selain letaknya berada dekat permukaan, juga setelah dicek pada catatan lapangan diperoleh informasi bahwa banyak terdapat pipa-pipa besi milik PDAM di sekitar titik pengukuran tersebut.

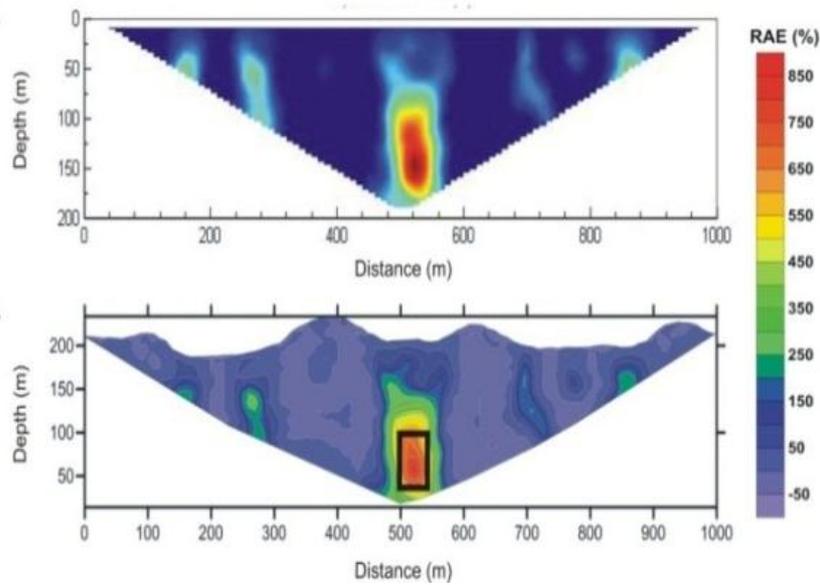


Gambar 6. Hasil pengolahan data VLF lintasan 2, (atas) filter Karous-Hjelt menggunakan matlab, dan (c) Kontur rapat arus terhadap topografi



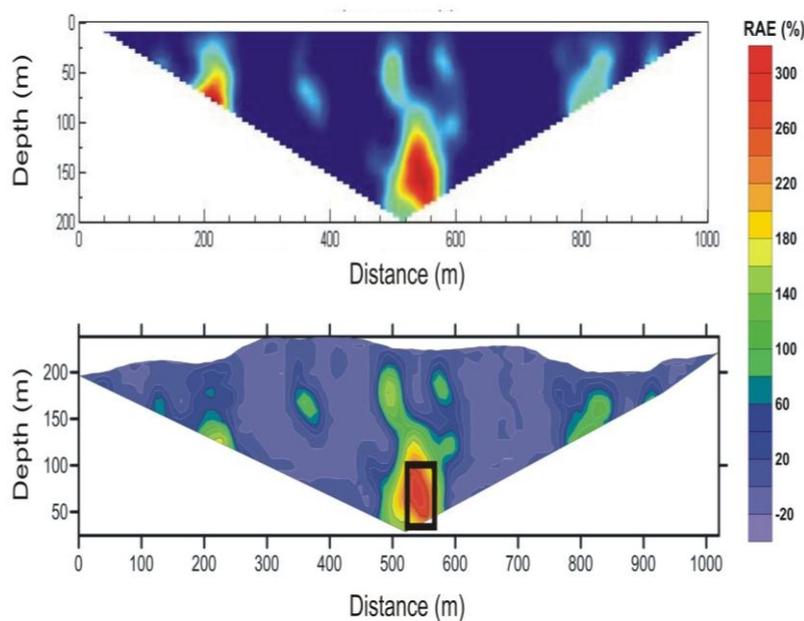
Gambar 7. Hasil pengolahan data VLF lintasan 3, (atas) filter Karous-Hjelt menggunakan matlab, dan (c) Kontur rapat arus terhadap topografi

Kontur rapat arus ekivalen lintasan 3 setelah dilakukan koreksi topografi dan penapisan dengan menggunakan filter *moving average* untuk mereduksi *noise* yang ditunjukkan pada **Gambar 7**. terlihat adanya daerah konduktif yang dicurigai sebagai sungai bawah tanah, dengan nilai kontras anomali yang cukup tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya, yaitu 320% pada jarak 520 m dari titik pengukuran awal dengan ketinggian 48 m dari *mean seal level*, selain itu dari gambar tersebut juga dapat diperkirakan lebar daerah konduktif sekitar 20 m



Gambar 8. Hasil pengolahan data VLF lintasan 4, (atas) filter Karous-Hjelt menggunakan matlab, dan (c) Kontur rapat arus terhadap topografi

Berdasarkan hasil interpretasi dengan menggunakan filter Karous-Hjelt pada lintasan 4, diperoleh posisi daerah yang konduktif dengan nilai rapat arus ekuivalen yang cukup tinggi berada pada jarak 500 m dari titik pengukuran awal, ketinggian 46 m dari *mean sea level* dengan lebar daerah konduktif sekitar 25 m.

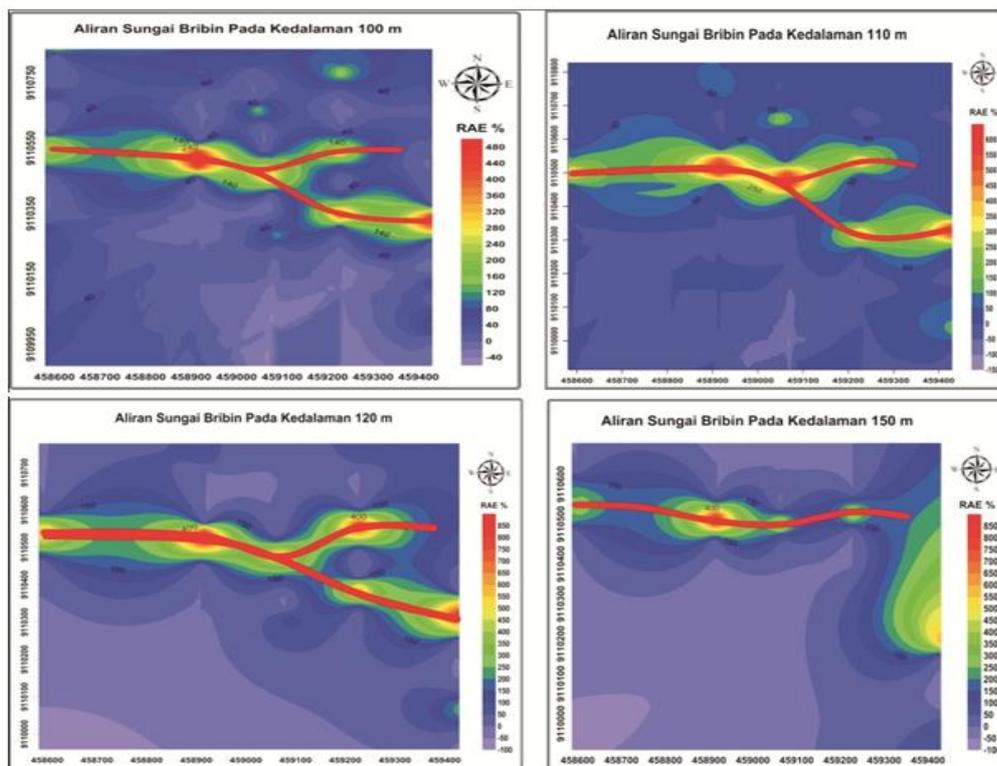


Gambar 9. Hasil pengolahan data VLF lintasan 5, (atas) filter Karous-Hjelt menggunakan matlab, dan (c) Kontur rapat arus terhadap topografi

Pada lintasan 5, dihasilkan distribusi rapat arus ekuivalen terhadap kedalaman semu yang memberikan informasi daerah-daerah konduktif, anomali dengan rapat arus ekuivalen cukup tinggi berada pada jarak 520 m dari titik pengukuran awal, ketinggian daerah konduktif 41 meter dari *mean sea level* dengan lebar sekitar 25 m

Terlihat pada gambar 5-6 Keberadaan anomali konduktif terletak tepat berada dibawah doline (*sinkhole*), hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ford dan Williams pada tahun 1992 yang menyatakan bahwa doline merupakan tempat bermuaranya atau berkumpulnya air dari lereng-lereng *doline* yang kemudian membentuk dan mengisi sungai bawah tanah.

Aliran Sungai Bawah Tanah Bribin yang melintasi Desa Hargosari juga terpetakan cukup baik dengan kontur RAE Secara horizontal dengan menggunakan Surfer. Pada **Gambar 10** terlihat bahwa arah aliran Sungai Bribin dari lintasan 1 ke lintasan 5, terdapat dua sungai menyatu pada lintasan 3 yang kemudian mengalir ke arah barat dengan kedalaman ± 130 m. Pada kedalaman 150 m kontras anomali semakin tidak jelas hal ini disebabkan keterbatasan panjang lintasan pengukuran sehingga kedalaman yang diperoleh juga terbatas, selain itu juga disebabkan karena pada kedalaman tersebut merupakan batas kedalaman Sungai Bribin yang melintasi daerah pengukuran.

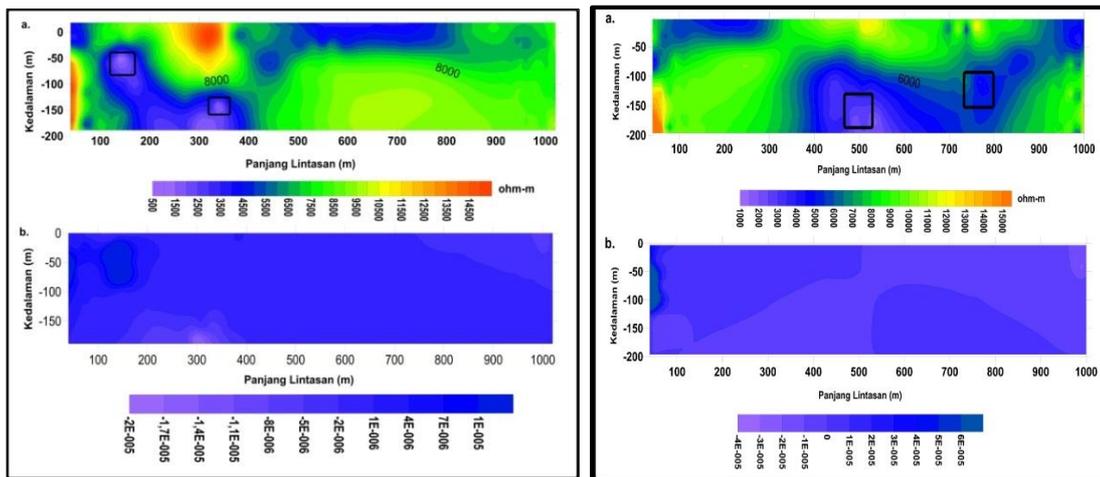


Gambar 10. Aliran Sungai Bawah Tanah Bribin kedalaman 100 m, 110 m, 120 m & 150 m

Pemodelan kebelakang (*Inversi*) dilakukan untuk melakukan Interpretasi secara kuantitatif terhadap data VLF-EM dengan menggunakan program Inv2DVLf. Pada lintasan 1 Kotak garis hitam merupakan daerah yang memiliki resistivitas rendah, nilai rendah yang diperoleh sekitar 500 ohm-m yang termasuk dalam nilai resistivitas air, nilai resistivitas kecil ini ditandai dengan warna ungu sedangkan nilai resistivitas tinggi diwakili dengan warna merah. Daerah yang memiliki nilai resistivitas rendah mengindikasikan bahwa pada daerah tersebut terdapat anomali yang diakibatkan oleh benda resistif dalam hal ini daerah yang diduga sebagai sungai bawah tanah.

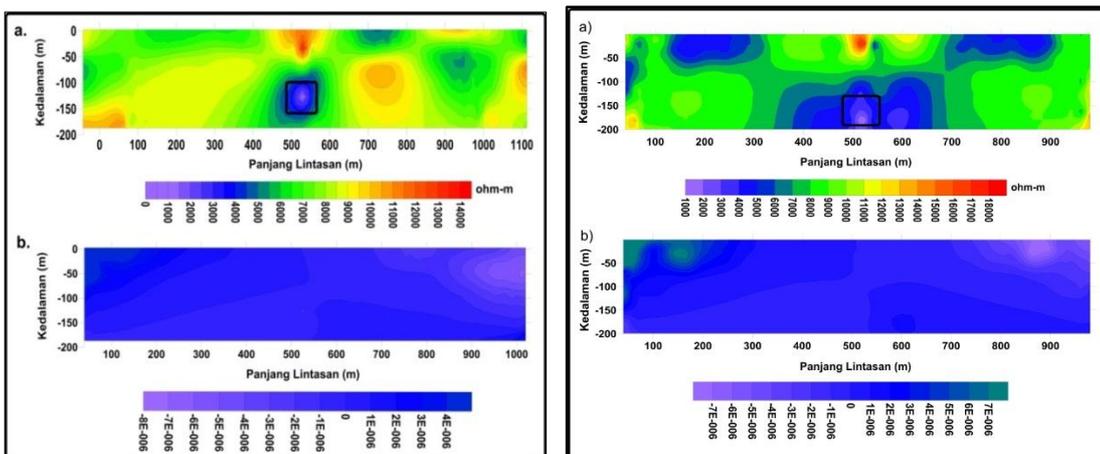
Pada lintasan 1 terdapat dua kontras anomali dengan nilai resistivitas yang cukup rendah dibandingkan dengan daerah sekitarnya yang diinterpretasikan sebagai sungai bawah tanah. Anomali pertama berada pada jarak 150 m dari titik pengukuran awal dengan kedalaman anomali (resistivitas rendah) sekitar 77 m dari permukaan tanah dengan perkiraan lebar sekitar 30 m, kemudian anomali kedua berada pada jarak 360 m dengan kedalaman anomali 148 m dari permukaan tanah, lebar daerah resistif diperkirakan 20 m. Proses iterasi yang dilakukan pada lintasan 1 adalah iterasi maksimum

sebanyak 30 iterasi. Iterasi akan berhenti secara otomatis jika mencapai iterasi maksimum atau *error* yang dihasilkan sudah tidak mengalami perubahan dari iterasi sebelumnya. Proses Iterasi yang dilakukan memiliki nilai *error* RMS yang kecil yaitu 0.032 atau 3.2 %, menunjukkan bahwa proses iterasi pemodelan kebelakang sudah memuaskan. Model sensitivitas **Gambar 11. Kiri.b** menunjukkan perbedaan hasil pemodelan kebelakang selama iterasi dilakukan, semakin kecil selisih nilai yang dihasilkan maka semakin baik pemodelan kebelakang yang telah dilakukan. Hasil pemodelan kebelakang pada lintasan 1 mempunyai nilai yang kecil yaitu (-2×10^{-5}) hingga 1×10^{-5} , Hal ini menandakan bahwa pemodelan kebelakang yang telah dilakukan cukup optimal.



Gambar 11. Hasil pemodelan ke belakang data VLF lintasan 1 (kiri) dan lintasan 2 (kanan) : (a) model resistivitas, dan (b) Model sensitivitas

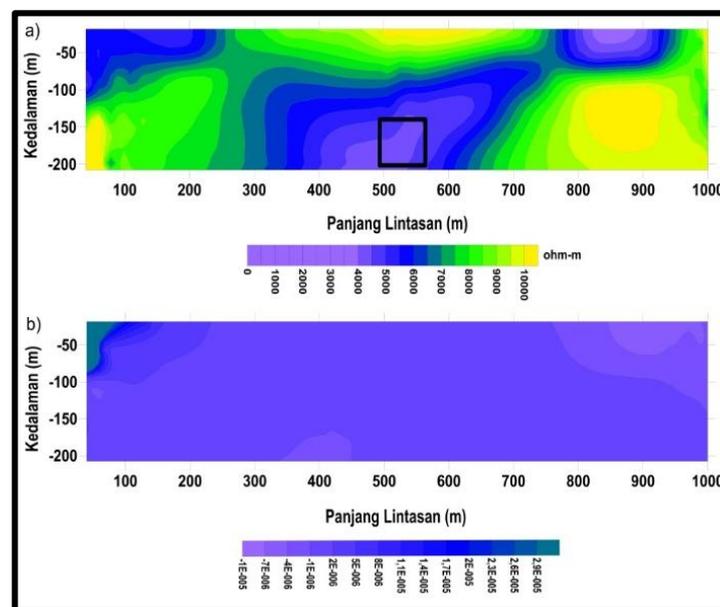
Hasil pemodelan ke belakang pada lintasan 2, terdapat dua daerah yang cukup resistif yang ditandai dengan nilai resistivitas sebesar 1000 ohm-m hingga 2000 ohm-m, yaitu pada jarak 480 m dari titik pengukuran awal dan berada pada kedalaman 170 m dari permukaan tanah, lebar daerah resistif sekitar 30 m. Anomali kedua berada pada jarak 740 m dan berada pada kedalaman 150 m dari permukaan tanah, lebar daerah resistif diperkirakan sekitar 25 m. Model sensitivitas (gambar 5.15a) mempunyai kisaran nilai yang kecil, yaitu (-4×10^{-5}) hingga 6×10^{-5} dengan nilai RMS 0,025 atau 2,5%. Hasil pemodelan ke belakang pada lintasan 2 selengkapnya bisa dilihat pada **Gambar 11. Kanan**.



Gambar 12. Hasil pemodelan ke belakang data VLF lintasan 3 (kiri) dan lintasan 4 (kanan) : (a) model resistivitas, dan (b) Model sensitivitas

Hasil pemodelan pada lintasan 3 dapat dilihat pada **Gambar 12 kiri**. Anomali dengan resistivitas yang cukup rendah (1000-2000 ohm-m), diinterpretasikan sebagai sungai bawah tanah. posisi anomali berada pada jarak 520 m dari titik awal pengukuran dengan kedalaman 165 m dari permukaan tanah dan lebar daerah resistif sekitar 20 m. Model sensitivitas menunjukkan perbedaan hasil pemodelan ke belakang selama iterasi dilakukan. Model sensitivitas memiliki nilai yang kecil (-8×10^{-6} hingga 4×10^{-6}) yang menunjukkan bahwa proses iterasi yang dilakukan cukup baik. Adapun Iterasi yang digunakan pada lintasan 3 sebanyak 30 iterasi dengan *error* sebesar 0.095 atau 9.5%.

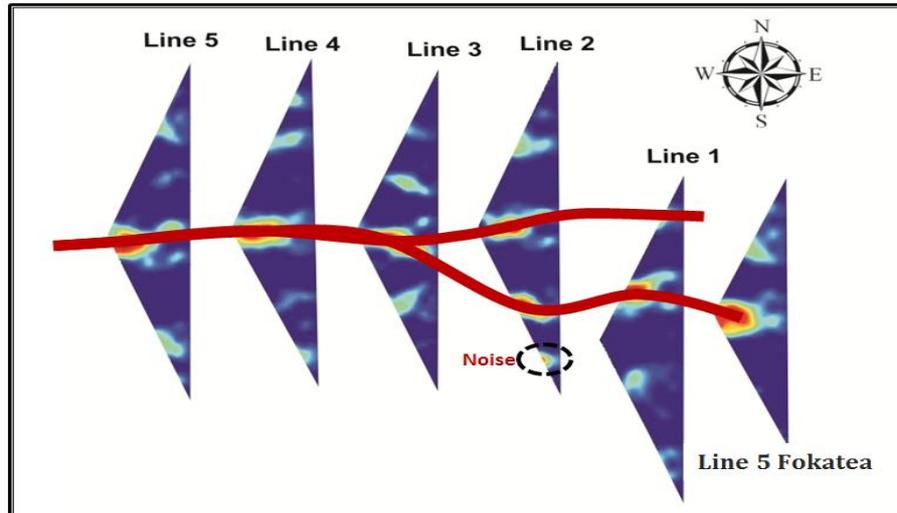
Hasil pemodelan ke belakang pada lintasan 4, menunjukkan bahwa terdapat daerah yang memiliki nilai resistivitas yang cukup rendah pada jarak 500 m dari titik pengukuran awal, anomali ini berada pada kedalaman 170 m dari permukaan tanah dengan nilai resistivitas sekitar 500 ohm-m. Anomali resistif yang diinterpretasikan sebagai sungai bawah tanah ini diperkirakan memiliki lebar sekitar 25 meter. Model sensitivitas menunjukkan perbedaan hasil pemodelan ke belakang selama iterasi, kisaran nilai sensitivitas yang diperoleh sangat kecil yaitu (-7×10^{-6} hingga 7×10^{-6}),



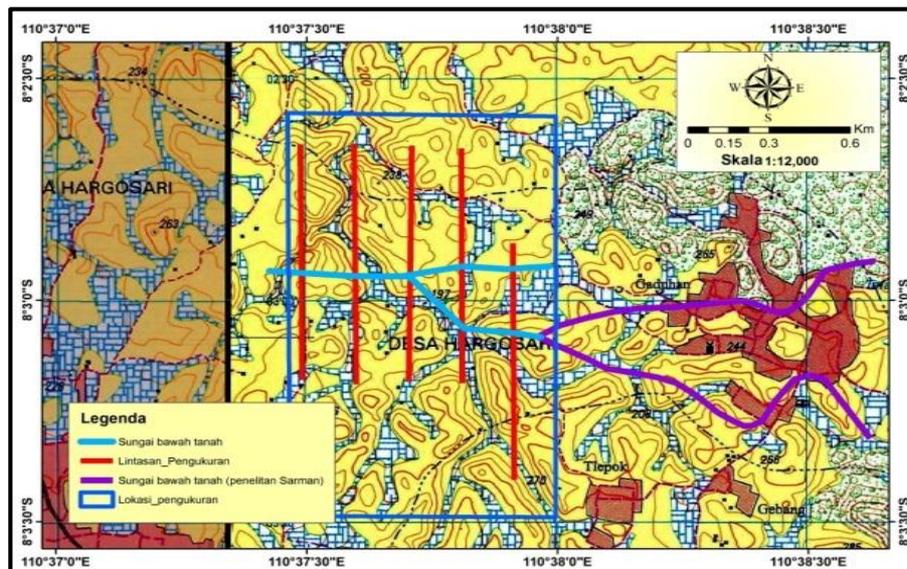
Gambar 13. Hasil Inversi data VLF lintasan 5 (kiri)

Pada lintasan 5 proses iterasi dilakukan sebanyak 30 iterasi. Iterasi yang dilakukan memiliki *error* yang kecil yaitu 0.03 atau 3%. Nilai *error* ini menunjukkan bahwa proses iterasi pemodelan ke belakang sudah memuaskan. Tanggapan sensitivitas model juga menunjukkan perbedaan hasil pemodelan ke belakang selama iterasi dilakukan. Kisaran nilai sensitivitas yang diperoleh sangat kecil yaitu (-1×10^{-5} hingga 2.9×10^{-5}). Pada pemodelan ini diketahui terdapat satu anomali yang dicurigai sebagai sungai bawah tanah dengan kontras resistivitas sekitar 500 ohm-m, anomali ini berada pada kedalaman 184 m dari permukaan tanah dan berada pada jarak 520 m dari titik pengukuran awal, lebar daerah resistif sekitar 25 m.

Setelah menggambarkan diatas peta rupa bumi (**Gambar 15**) terlihat potensi aliran Sungai Bribin di Desa Hargasori, dimana aliran sungai pada penelitian tersebut mengalir dari timur ke arah barat yang dapat dijadikan sebagai sumber air bagi masyarakat Desa Hargosari Kabupaten Gunungkidul yang terkenaal kering dan tandus terutama ketika musim kemarau, seperti halnya Sungai bawah tanah (**SBT**) **Bribin** yang pemamfaatannya bukan Cuma sekedar untuk memenuhi kebutuhan air tapi juga dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik tenaga air bawah tanah.



Gambar 14. Hasil pengolahan Karous-Hjelt lintasan 1-5



Gambar 15. Peta aliran sungai bawah tanah Bribin di Desa Hargosari Berdasarkan kontur RAE tiap lintasan cenderung ke arah barat

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dibahas sebelumnya maka dapat disimpulkan:

1. Sungai Bribin mengalir dari arah timur menuju ke arah barat. Terdapat dua aliran sungai yang menyatu, sungai pertama dengan ketinggian di bagian timur 72 m dan sungai kedua dengan ketinggian 133 m, sungai kemudian menyatu pada lintasan 3 dengan ketinggian 48 m dan terus mengalir ke arah barat dengan ketinggian 40 m dari *mean sea level*.
2. Untuk pemodelan menggunakan Program Inv2DVLF, secara kuantitatif diketahui daerah konduktif yang diduga sebagai Sungai Bawah Tanah Bribin mengalir dari arah timur menuju ke arah barat melewati Desa Hargosari, lebar daerah konduktif (25 ± 5) m. Di sebelah

timur terdapat 2 aliran Sungai, yaitu sungai pertama berada pada kedalaman 148 m dan sungai kedua berada pada kedalaman 77 m, kedua sungai tersebut menyatu pada lintasan 3 dengan kedalaman 165 m kemudian mengalir ke arah barat dengan kedalaman 184 m terhadap permukaan setempat.

Daftar Pustaka

- Baker, H. A. and Myers, J. O., 1980, A Topographic Correction for VLF-EM Profiles Based on Model Studies, *Geoexploration*, 18:135-144.
- Coppo, N., Schnegg, P., and Defago, M., 2006, Mapping a Shallow Large Cave Using a High Resolution Very Low Frequency Electromagnetic Method, *Proceedings of The 8th Conference on Limestone Hydrogeology*, Neuchatel Switzerland, page: 268.
- Davies, K., 1965, *Ionospheric Radio Propagation*, Central Radio Propagation Laboratory, USA
- Kaikkonen, P., 1979, Numerical VLF Modelling, *Geophysical Prospecting*, 27, 815-834.
- Karous, M.R, and Hjelt, S.E., 1983, Linear Filtering of VLF Dip-Angel Measurement, *Geophysical Prospecting*, 31:782-792.
- Kusumayudha, S. B., 2005, Hidrogeologi Karst dan Geometri Fraktal di Daerah Gunungsewu, Adicita, Yogyakarta.
- Saydam, A.S., 1981, Very Low Frekuensi Elektromagnetik Interpretation Using Tilt Angel and Ellipticity Measurements, *Geophysics*, 46:1594-1605.
- Sismanto, Hartantyo, Sudarmadji, Nukman, M., dan Suryanto, W., 2002, Uji Alat dan Metode Geofisika Terpadu Terhadap Sungai Bawah Tanah di Goa Bribin, Semanu, Wonosari, Gunungkidul, Yogyakarta. *laporan penelitian*, Geofisika FMIPA, UGM, Yogyakarta.
- Telford, W. M., Geldart, L.P., and R.E Sheriff., 1990, *Applied Geophysics*, Cambridge University Press, New York.