

IDENTIFIKASI RONGGA MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI DIPOLE-DIPOLE DAERAH NUSAKAMBANGAN CILACAP JAWA TENGAH

Andi¹, Ajimas Pascaning Setiahadwibowo¹

¹Fisika, UIN Sunan Kalijaga

²Geofisika, UPN Veteran Yogyakarta

Email : andi@uin-suka.ac.id

Abstrak

Identifikasi rongga di pulau Nusakambangan menggunakan metode geolistrik konfigurasi dipole-dipole telah dilakukan. Metode ini digunakan untuk memetakan nilai resistivitas secara lateral pada masing-masing lintasan. Pengujian geolistrik tahanan jenis dilakukan dengan menggunakan 4 lintasan dengan panjang bentangan 200 - 400 m. Hasil penelitian menunjukkan adanya beberapa pola yang diinterpretasikan sebagai rongga di sepanjang lintasan yang di survei. Pola-pola tersebut yaitu (i) tiga pola klosur pada lintasan A dengan rentang resistivitas lebih dari 4000 ohmmeter, (ii) dua pola klosur pada lintasan B dengan rentang resistivitas lebih dari 10000 ohmmeter (iii) satu pola klosur pada lintasan C dengan rentang resistivitas lebih dari 10000 ohmmeter, dan (iv) dua pola klosur pada lintasan D dengan rentang resistivitas lebih dari 2000 ohmmeter. Hasil penelitian bisa menjadi gambaran untuk menandai lokasi-lokasi di permukaan yang rawan atau berpotensi terjadinya bencana amblesan/sinkhole.

Kata Kunci: Dipole-dipole; Geolistrik; Resistivitas; Rongga .

Abstract

The identification of cavities on Nusakambangan island using the geoelectrical resistivity method of dipole-dipole configuration has been carried out. This method was used for lateral resistivity mapping on each path. The geoelectric resistivity test was performed by four paths with a length of 200 - 400 m. The results showed that there were several closure patterns that were interpreted as cavities along the surveyed trajectory. The closure patterns are (i) three on path A with a resistivity of more than 4000 ohmmeters, (ii) two on path B with a resistivity of more than 10000 ohmmeters, (iii) one on path C with a resistivity of more than 10000 ohmmeters, and (iv) two on path D with a resistivity of more than 2000 ohmmeter. Our results could be used as an illustration to mark locations on the surface where the sinkhole potential of a disaster exists.

Keywords: Cavity; Dipole-dipole; Geoelectric; Resistivity.

1. Pendahuluan

Sinkhole merupakan lubang yang terbentuk di permukaan tanah yang terjadi secara tiba-tiba karena adanya rongga di bawah permukaan tanah dan lapisan bawah tanah tidak mampu lagi menopang beban yang ada di permukaan. *Sinkhole* dapat terjadi baik melalui proses alami maupun adanya aktivitas manusia. Proses alamiah pemicu terjadinya *sinkhole* salah satunya adalah adanya pelarutan sub-permukaan tanah atau batuan bawah permukaan oleh air sehingga membentuk rongga dibawah permukaan tanah. Pelarutan ini umumnya terjadi pada batuan karbonat (batugamping, dolomit), endapan garam dan gypsum [1]. Sedangkan pemicu yang disebabkan oleh aktivitas manusia umumnya berhubungan dengan proses pengambilan air tanah pada akuifer yang tersusun oleh litologi endapan alluvial, fluvial dan *estuary* yang berlangsung secara terus menerus dan dalam jangka waktu yang lama. Hilangnya cairan dibawah tanah menyebabkan pori-pori didalam tanah yang sebelumnya terisi cairan menjadi kosong sehingga berpotensi terjadi amblesan [2]. *Sinkhole* dapat dibagi menjadi enam tipe yaitu; *solution sinkhole*, *collapse sinkhole*, *dropout sinkhole*, *buried sinkhole*, *caprock sinkhole*, dan *suffosion sinkhole* [3].

Pulau Nusakambangan tersusun dari endapan alluvial di bagian utara, batugamping pada formasi Pamutuan dan Tufa Napalan pada formasi Pamutuan [4][5]. Hasil pengukuran geolistrik menunjukkan

batuan dasar adalah lempung yang di atasnya berupa lapisan pasir-breksi vulkanik kemudian ditutup dengan batu gamping hingga ketinggian ± 40 m di atas permukaan laut [6].

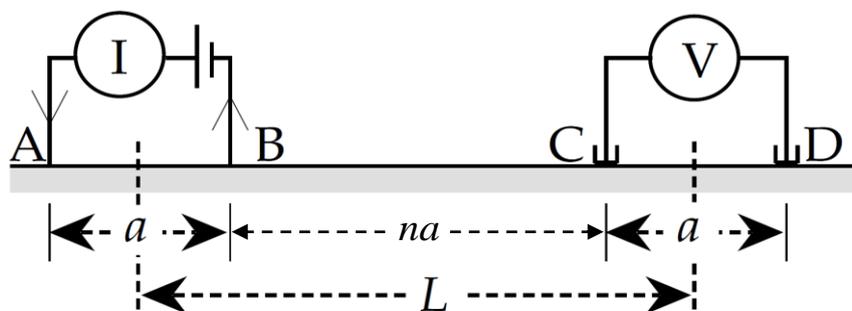
Salah satu metode yang dapat digunakan untuk identifikasi rongga adalah dengan metode geolistrik tahanan jenis [7]. Metode geolistrik tahanan jenis merupakan metode geofisika yang mempelajari struktur dibawah permukaan bumi berdasarkan perbedaan resistivitas batuan melalui deteksi dari permukaan bumi. Arus listrik buatan diinjeksikan ke dalam tanah melalui elektroda arus dan mengukur beda potensialnya dipermukaan bumi dengan menggunakan elektroda potensial [8]. Penyelidikan dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis membantu proses identifikasi secara cepat guna mengetahui kondisi tanah yang ditengari terdapat rongga atau gua kapur [9]. Rongga-rongga berisi udara yang ada dibawah permukaan dapat teridentifikasi dengan metode ini karena memiliki nilai resistivitas yang tinggi. Konfigurasi yang digunakan pada penelitian ini adalah konfigurasi *Dipole-dipole*. Pemilihan konfigurasi ini dikarenakan penetrasi kedalaman pada konfigurasi ini memiliki sensitifitas yang baik pada eksplorasi dengan litologi batugamping [10].

Dilihat dari kondisi geologi Pulau Nusakambangan, terjadinya *sinkhole* sangat mungkin terjadi. Pemahaman tentang rongga-rongga yang ada di bawah permukaan tanah perlu dikaji lebih detail guna menentukan potensi gangguan/bencana *sinkhole* di atas permukaan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberi gambaran mengenai lokasi-lokasi yang berpotensi terjadinya bencana amblesan/*sinkhole*.

2. Metode Penelitian

Prinsip dasar metoda geolistrik tahanan jenis adalah mengukur respon potensial listrik pada suatu elektroda potensial akibat arus yang dimasukkan ke dalam bumi melalui elektroda arus. Tujuan dari pengukuran tahanan jenis untuk menentukan distribusi tahanan jenis bawah permukaan dari pengukuran di atas permukaan tanah. Dari pengukuran tersebut nilai tahanan jenis yang sebenarnya dapat diprediksikan. resistivitas bawah permukaan berhubungan dengan variasi parameter geologi seperti kandungan mineral dan fluida, porositas dan derajat saturasi suatu batuan [10].

Data resistivitas yang digunakan dalam penelitian ini diambil di pulau Nusakambangan bagian timur, Cilacap Jawa Tengah dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi dipole-dipole. Konfigurasi ini sensitif untuk perubahan resistivitas secara lateral akan tetapi memiliki kedalaman yang dangkal [11].



Gambar 1. Konfigurasi dipole-dipole (modifikasi dari Lowrie [7])

Pada konfigurasi dipole-dipole, jarak antara tiap pasang elektroda adalah a dan jarak antara titik tengah tiap pasang elektroda adalah L seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Nilai resistivitas untuk konfigurasi dipole-dipole dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

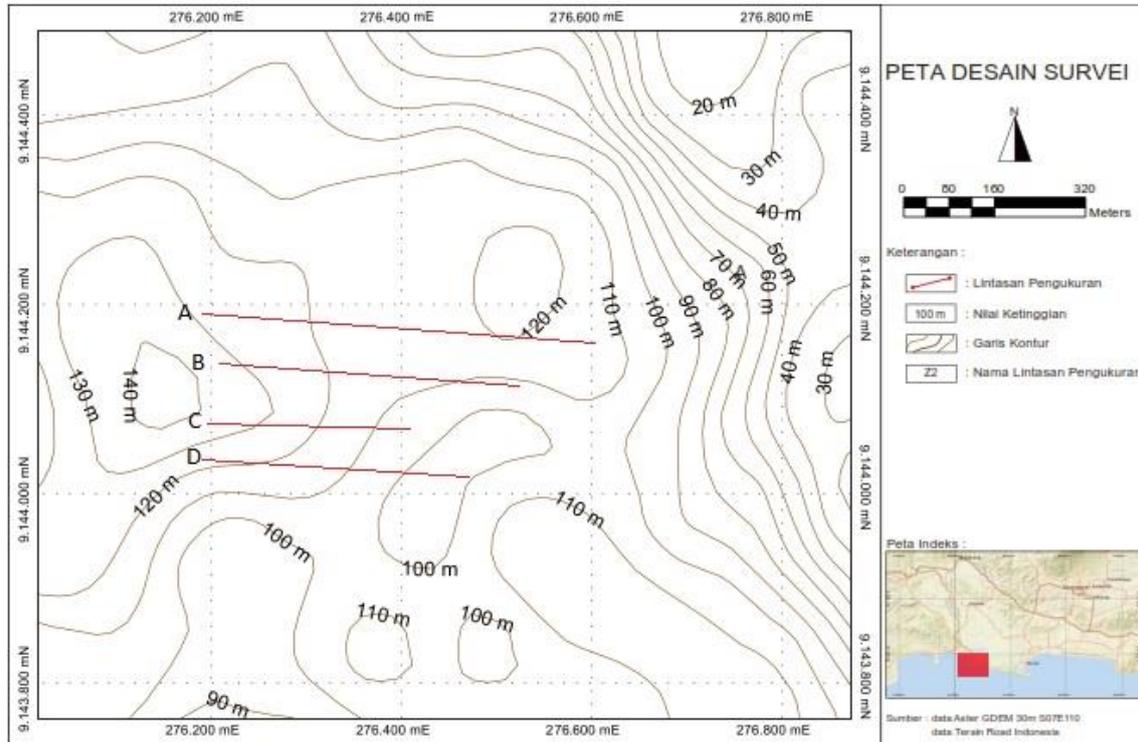
$$\rho = \pi \frac{V}{I} \left(\frac{L(L^2 - a^2)}{a^2} \right) \quad (1)$$

Dengan mengganti $L = a(n+1)$, maka persamaan (1) dapat dituliskan:

$$\rho = \pi n(n+1)(n+2)a \frac{V}{I} \quad (2)$$

dengan $\pi n(n+1)(n+2)$ merupakan faktor geometri.

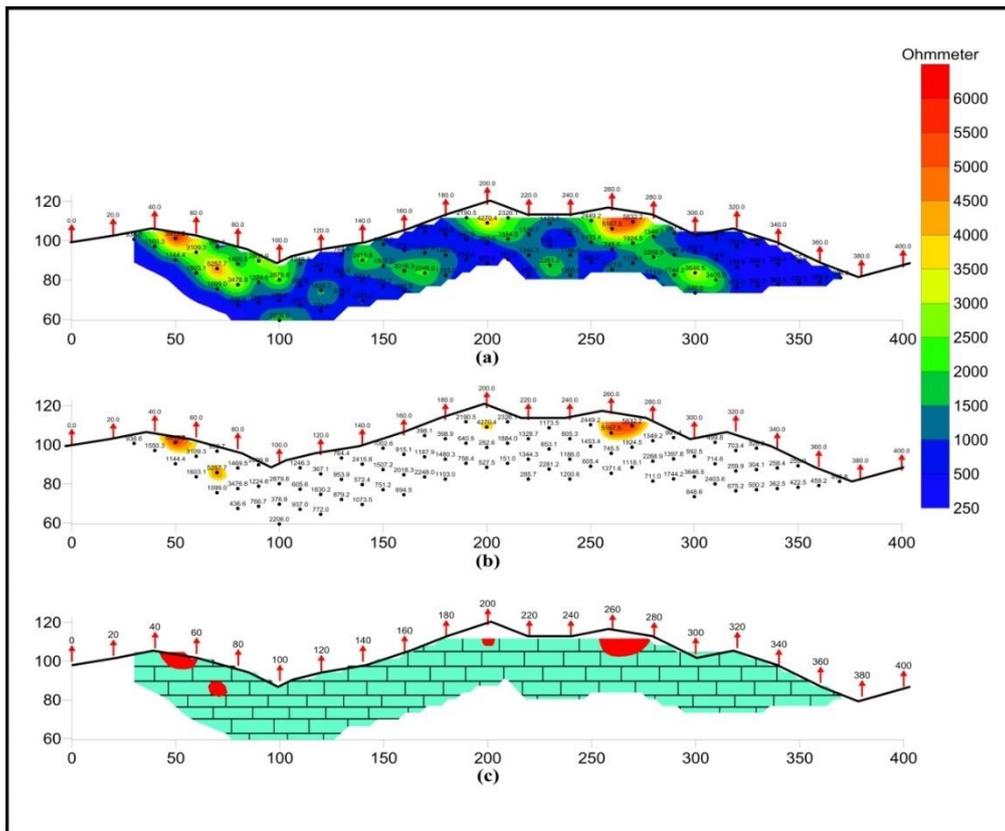
Pengukuran ini menggunakan metode resistivitas dengan konfigurasi dipole – dipole dan spasi antar elektroda 20 meter, hal ini dilakukan untuk mendapatkan penetrasi yang diinginkan (berkisar 30 – 35 meter). Lintasan pada lokasi pengukuran sebanyak 4 lintasan dengan panjang lintasan masing-masing 400 m (lintasan A), 340 m (lintasan B), 200 m (lintasan C) dan 260 m (lintasan D). Pengukuran dilakukan dengan orientasi Barat Laut – Tenggara seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lintasan pengukuran

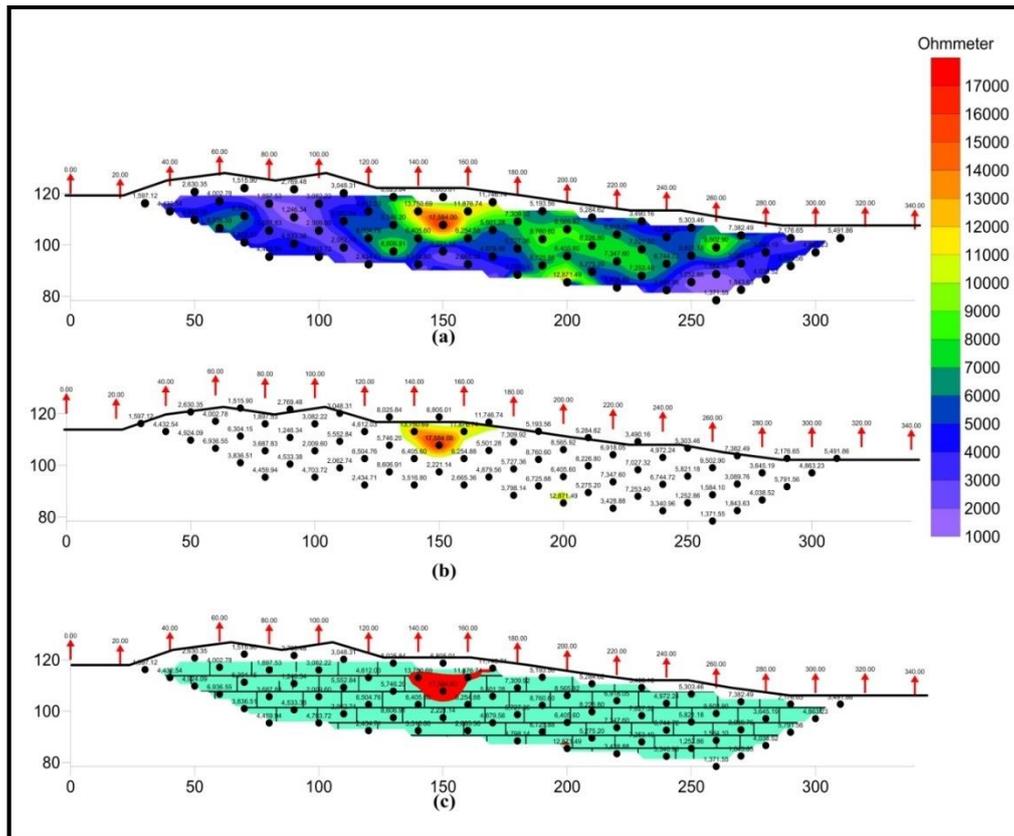
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data ditunjukkan pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6. Penampang pada Gambar 3 merupakan penampang yang menunjukkan posisi dan keberadaan goa atau rongga di bawah permukaan yang terdapat pada lintasan A yang merupakan lintasan paling utara dengan orientasi barat laut – tenggara. Dengan menggunakan nilai rentang lebih dari 4000 ohmmeter, maka didapatkan pola klosur yang diduga sebagai rongga sebagaimana tergambar pada penampang di atas. Terdapat empat pole klosur dengan nilai resistivitas berkisar antara 4000 – 7000 ohmmeter yang diduga sebagai rongga atau goa, secara umum tiga pola klosur pertama dugaan rongga berada pada elevasi antara 102 – 110 meter dan klosur rongga keempat berada pada elevasi 90 meter.



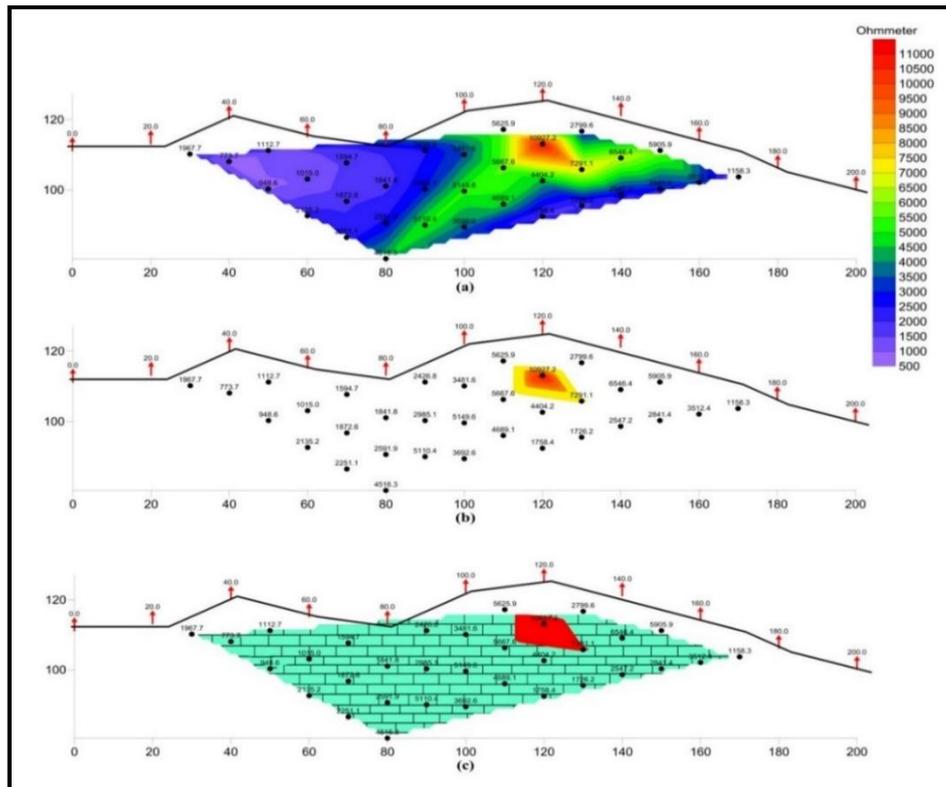
Gambar 3. Penampang lintasan A, (a) Model Resistivitas, (b) Model goa atau rongga, (c) Model Konseptual berdasarkan Resistivitas

Penampang pada Gambar 4 merupakan penampang yang menunjukkan posisi dan keberadaan goa atau rongga di bawah permukaan yang terdapat pada lintasan B. *Trend* nilai resistivitas pada lintasan ini berbeda dengan lintasan A, dikarenakan rentang nilai resistivitas yang secara umum berkisar antara 1000 – 18000 ohmmeter, maka pada lintasan ini digunakan nilai rentang yang diduga goa yang berbeda dengan lintasan sebelumnya, yaitu dengan nilai lebih dari 10000 ohmmeter. Terdapat dua pola klosur dengan nilai resistivitas berkisar antara 10000 – 18000 ohmmeter yang diduga sebagai rongga atau goa, yaitu klosur berada pada elevasi antara 108 – 117 meter dan klosur rongga kedua berada pada elevasi 88 meter.



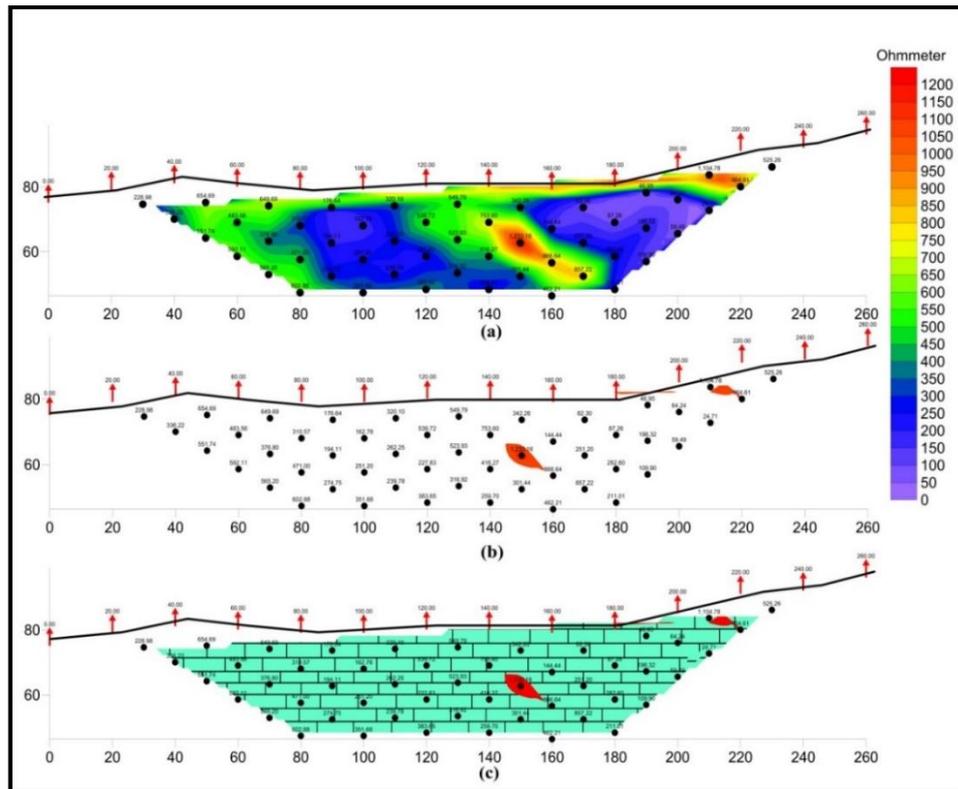
Gambar 4. Penampang lintasan B, (a) Model Resistivitas, (b) Model goa atau rongga, (c) Model Konseptual berdasarkan Resistivitas

Penampang pada Gambar 5 merupakan penampang yang menunjukkan posisi dan keberadaan goa atau rongga di bawah permukaan yang terdapat pada lintasan C. Secara umum rentang nilai resistivitas pada lintasan C berkisar antara 500 – 11000 ohmmeter. Sama halnya dengan lintasan B yang menggunakan nilai rentang lebih dari 10000 ohmmeter, maka pada lintasan ini juga digunakan nilai rentang yang diduga goa yaitu dengan nilai lebih dari 10000 ohmmeter. Terdapat satu pola kalusur dengan nilai resistivitas lebih dari 10000 ohmmeter yang diduga sebagai goa atau rongga yaitu pada elavasi antara 104 – 117 meter.



Gambar 5. Penampang lintasan C, (a) Model Resistivitas, (b) Model goa atau rongga, (c) Model Konseptual berdasarkan Resistivitas

Penampang pada Gambar 6 merupakan penampang pada lintasan D dengan panjang lintasan 260 meter. Pada lintasan ini terdapat dua pola klosur yang diduga sebagai rongga atau goa dengan rentang nilai resistivitas lebih dari 2000 ohmmeter, klosur pertama yang diduga sebagai rongga atau goa berada pada meter 150 dengan elavasi 60 meter dan klosur kedua yang diduga rongga berada pada meter 210 dengan elavasi 80 meter.



Gambar 6. Penampang lintasan D, (a) Model Resistivitas, (b) Model goa atau rongga, (c) Model Konseptual berdasarkan Resistivitas

Secara keseluruhan berdasarkan hasil pengolahan data yang ditunjukkan Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan adanya indikasi keberadaan rongga pada beberapa titik di setiap lintasan. Hasil penelitian bisa menjadi gambaran untuk menandai lokasi-lokasi di permukaan yang rawan atau berpotensi terjadinya bencana amblesan/*sinkhole*. Kedepannya hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai gambaran awal untuk menentukan struktur bangunan ataupun aktifitas diatas permukaan.

4. Kesimpulan

Dari pengukuran geolistrik dengan konfigurasi dipole-dipole dapat disimpulkan bahwa adanya indikasi keberadaan rongga pada lintasan A dengan nilai lebih dari 4000 ohmmeter, lintasan B dan lintasan C dengan nilai rentang lebih dari 10000 ohmmeter dan pada lintasan D dengan nilai rentang lebih dari 2000 ohm meter. Perbedaan nilai resistivitas yang diduga rongga pada tiap lintasan dikarenakan berbedanya nilai rentang resistivitas pada masing-masing lintasan.

Ucapan Terimakasih

Dalam penelitian ini kami dari peneliti mengucapkan kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta dan Universitas Islam Nasional Sunan Kalijaga Yogyakarta yang sudah memberikan kesempatan untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Allen, A.S., *Types of land subsidence*. Guidebook to studies of land subsidence due to ground-water withdrawal. Joseph F. Poland, chairman and editor, h. 133-141. 1984.
- [2] Sudarsono, U., dan Sudjarwo, I.B., *Amblesan di daerah Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur*. Jurnal Geologi Indonesia. 2008; Vol. 3 No. 1.
- [3] Waltham T., Bell F., dan Culshaw M., *Sinkholes and Subsidence: Karst and Cavernous Rocks in Engineering and Construction*, Paris Publishing, Chichester, UK. 2005.
- [4] Asikin dkk, *Peta Geologi lembar Banyumas*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. 1992.

-
- [5] Simanjuntak dan Surono., *Peta Geologi lembar Pangandaran*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung. 1992.
- [6] Sumawijaya, N., S. Y. Wibowo dan A. Subardja., *Aspek Hidrologi pada Penambangan Batugamping Di Pulau Nusakambangan, Cilacap, Jawa Tengah*. Prosiding Pemaparan Hasil Penelitian Puslit Geoteknologi. Bandung. 2008; 303-311.
- [7] Lowrie, W., *Fundamentals of Geophysics*. 2nd ed. Cambridge University Press, UK. 2007.
- [8] Telford, M.W., *Applied Geophysics*. London: Cambridge University Press. 1990.
- [9] Nur, S.H. *Interpretasi Data Geolistrik dalam Penentuan Keberadaan Rongga pada Pondasi Abutmen dan Pier*. Jurnal JPE. 2017; Vol. 21, No. 1.
- [10] Loke, Dr. M. H., Tutorial : 2-D and 3-D Electrical Imaging Surveys. 2004.
- [11] Reynolds, J. M. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. 2nd ed. Wiley-Blackwell, UK. 2011.