

ESTIMASI CADANGAN BATU GAMPING DI DESA MELIRANG, KECAMATAN BUNGAH, KABUPATEN GRESIK DENGAN METODE RESISTIVITAS 2-DIMENSI

Ayi S. Bahri¹⁾, Juan Pandu GNR¹⁾, Sayyidatul Khoiridah²⁾, Ary Iswahyudi²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Geofisika, ITS, ²⁾Jurusan Teknik Geomatika, ITS

e-mail: syaeful_b@geofisika.its.ac.id

Abstrak. Telah dilakukan survei geofisika dengan menggunakan metode resistivitas 2D untuk memperkirakan besar cadangan batu gamping yang ada di Desa Melirang, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik. Konfigurasi yang digunakan pada metode resistivitas 2D ada dua macam yaitu konfigurasi Dipole-dipole dan Wenner. Pembuatan lintasan dilakukan sebanyak 15 lintasan dengan panjang 300 meter dan 600 meter. Hasil interpretasi menunjukkan bahwa litologi penyusun batuan di daerah penelitian ada dua yaitu Formasi Madura yang berupa batu gamping terumbu dan Formasi Watukoceng yang merupakan napal berpasir. Formasi Madura memiliki nilai resistivitas di atas 240 Ωm dengan ketebalan lapisan bervariasi antara 20–35 meter. Sedangkan Formasi Watukoceng mempunyai nilai resistivitas kecil yaitu di bawah 240 Ωm dengan kedalaman antara 20-50 meter. Nilai resistivitas terbesar yaitu di atas 3000 Ωm yang menunjukkan adanya gua bawah permukaan di daerah penelitian. Cadangan potensi batu gamping yang didapatkan dari hasil perhitungan pada penelitian ini yaitu sebesar $\pm 41.500.000$ ton.

Kata Kunci: konfigurasi, resistivitas 2D, formasi geologi.

Abstract. Geophysical surveys have been performed using 2D resistivity method to estimate the reserves of limestone in Melirang Village, Bungah, Gresik. There are two types of configuration used in the 2D resistivity method, they are Dipole-Dipole and Wenner. Fifteen tracks made with the length of 300 meters and 600 meters. Interpretation result shows that there are two lithology of rock composers in the study area, they are Madura Formation that consists of limestone reef rocks and Watukoceng formation that consists of sandy marl rocks. The resistivity of Madura Formation is more than 240 Ωm with the layer width of 20 – 35 meters. In the other hand, the resistivity of Watukoceng Formation is below 240 Ωm with the layer width of 20 – 50 meters. The biggest resistivity is more than 3000 Ωm and it shows that there is a cave in the study area's subsurface. The amount of limestone reserve obtained from the research is about 41.500.000 tons.

Keywords: configuration, 2D resistivity method, geology formation.

PENDAHULUAN

INDONESIA kaya akan sumber daya alam. Salah satunya adalah sumber daya mineral dan energi. Kalsium karbonat atau yang lebih dikenal dengan batu gamping atau batu kapur adalah sumber daya mineral yang cukup banyak di Indonesia (Madiadipoera, 2006). Desa Melirang yang terletak di Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki cadangan batu gamping yang cukup melimpah. Namun, belum diketahui secara pasti seberapa besar cadangan batu gamping yang ada di daerah tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan survei geofisika dalam menggambarkan struktur bawah permukaan yang nantinya dapat digunakan

untuk menghitung cadangan batu gamping yang ada di daerah penelitian. Metode geofisika yang digunakan pada penelitian ini adalah metode geolistrik.

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang dapat menggambarkan struktur bawah permukaan dengan memanfaatkan sifat kelistrikan batuan yang ada di bumi baik secara alami maupun tidak, sebagai contoh metode geolistrik yang tidak alami adalah geolistrik resistivitas yang membutuhkan injeksi arus ke dalam bumi untuk mendapatkan data (Aswathanarayana, 1995; Ward, 1990). Pada penelitian ini digunakan metode resistivitas 2D dengan konfigurasi Dipole-dipole dan Wenner yang dimaksudkan untuk

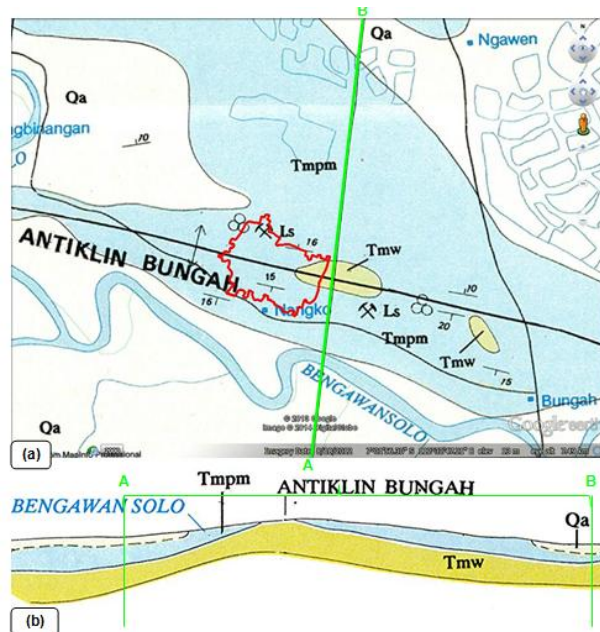
mendapatkan kontur resistivitas dari struktur bawah permukaan sehingga dapat diketahui seberapa besar cadangan dari batu gamping yang ada di area penelitian.

Melalui survei geofisika diharapkan dapat membantu pengembangan potensi cadangan batu gamping yang ada di daerah tersebut khususnya dalam hal penambangan batu gamping, sebab untuk melakukan penambangan harus memperhatikan aspek lingkungan supaya tidak merusak sumber daya alam yang ada terlebih di

desa Melirang juga terdapat Gua Gelang Agung yang berpotensi untuk dijadikan sebagai objek wisata.

Geologi Daerah Penelitian

Hampir secara keseluruhan daerah penelitian berupa batuan kapur dengan sebagian daerah ditutupi oleh lapukan atau tanah. Untuk melihat sebaran batuanannya dapat dilihat dari peta geologi pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Litologi Area Penelitian (a) Sebaran Horizontal Litologi Area Penelitian (b) Sebaran Vertikal Litologi Area Penelitian (Bethei, 1992)

Gambar 1 merupakan bagian dari peta geologi lembar Surabaya dan Sapulu. Dari peta tersebut dapat dilihat sebaran litologi area penelitian secara lebih luas. Area penelitian di dalam garis merah yang termasuk dalam Formasi Madura dan sebagian adalah Formasi Watukoceng (Bethei, 1992).

Formasi Madura (Tpm): bagian atas; batu gamping terumbu, putih, pejal, berongga halus, setempat berlapis buruk, mengandung foram besar dan pecahan ganggang, tanah kecoklatan atau kehitaman. Bagian bawah; batu gamping kapuran, sangat ringan, agak keras, putih kekuningan, pejal, setempat berlapis buruk, mengandung moluska, serta foram besar dan pecahan ganggang.

Formasi Watukoceng (Tmw): Bagian atas; selang-seling napal pasiran dengan batu gamping. Bagian bawah; batu pasir kuarsa bersisipan batu gamping orbitoid dan batu pasir berlapis tipis, setempat berlapis batu gamping kalkarrenit. Pada bagian luar area penelitian disusun oleh Aluvium.

Aluvium (Qa) disusun oleh kerakal, kerikil, pasir, lempung dan setempat pecahan cangkang fosil. Pada Gambar 1 juga dapat dilihat sayatan melintang dari area penelitian. Sayatan melintang ini melewati Alluvial, Formasi Madura, dan Formasi Watukoceng. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa Formasi Watukoceng terletak paling bawah, di atasnya terdapat Formasi Madura dan di atas

Formasi Madura terdapat Alluvial. Ada dua hal menarik pada area ini, yang pertama adanya antiklin dan yang kedua munculnya Formasi Watukoceng kepermukaan (Bethel, 1992).

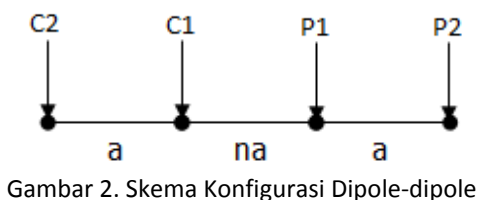
Resistivitas 2 Dimensi

Pada penelitian ini digunakan metode resistivitas 2D dengan menggunakan konfigurasi Dipole-dipole dan Wenner yang digunakan untuk menentukan distribusi tahanan jenis pada *ground surface*.

Konfigurasi Dipole-dipole

Konfigurasi Dipole-dipole memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan resistivitas secara horisotal dan vertikal. Secara lebih luas pemetaan struktur secara vertikal akan memberikan hasil yang baik, misalnya adanya kubah. Sedangkan pemetaan struktur secara horizontal dapat mengetahui adanya bentangan sedimen atau adanya antiklin maupun sinklin. Selain itu konfigurasi ini masih sering digunakan secara luas dalam metode *resistivity* karena memiliki medan elektromagnetik yang rendah antara sirkuit dan arus listrik (Rosset *al.*, 1990).

Konfigurasi Dipole-dipole memiliki rangkaian sepasang elektroda arus C2 dan C1, serta sepasang elektroda potensial P1 dan P2. Elektroda arus C2 dan C1 mempunyai jarak yang sama dengan elektroda potensial P1 dan P2. Tetapi, jarak antara arus C1 dan potensial P1 diperbesar dan dimisalkan dengan na (Ross *dkk*, 1990).



Gambar 2. Skema Konfigurasi Dipole-dipole

Nilai tahanan jenis konfigurasi ini didapatkan dengan memasukkan beberapa parameter dalam persamaan berikut :

$$\rho_a = \pi n(n + 1)(n + 2)aR \tag{1}$$

Dimana ρ_a : nilai resistivitas/tahanan jenis (ohm),
 n : konstanta ($n=1,2,3,4,5,6$),
 a : spasi antara elektroda (m), dan
 R : resistansi (ohm).

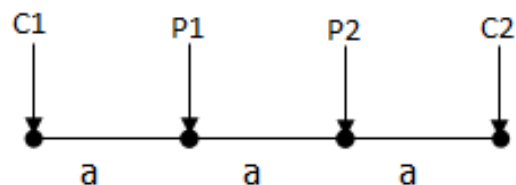
Konfigurasi Wenner

Konfigurasi ini merupakan jenis konfigurasi resistivitas yang paling sering digunakan dalam survei resistivitas 2D, karena mudah dalam operasional lapangannya. Pada konfigurasi Wenner ini perubahan jarak elektroda arus akan diikuti dengan perubahan jarak elektroda potensial sehingga kedalaman lapisan yang diukur juga mengalami perubahan (Prayogo *dkk*, 2003; Tutiani, 2000).

Pada konfigurasi Wenner nilai tahanan jenis didapatkan dengan memasukkan data lapangan yang didapat dalam persamaan berikut:

$$\rho_a = 2 \pi a R \tag{2}$$

Dimana ρ_a : nilai resistivitas/tahanan jenis (ohm),
 a : spasi antara elektroda (m), dan
 R : nilai resistansi (ohm).



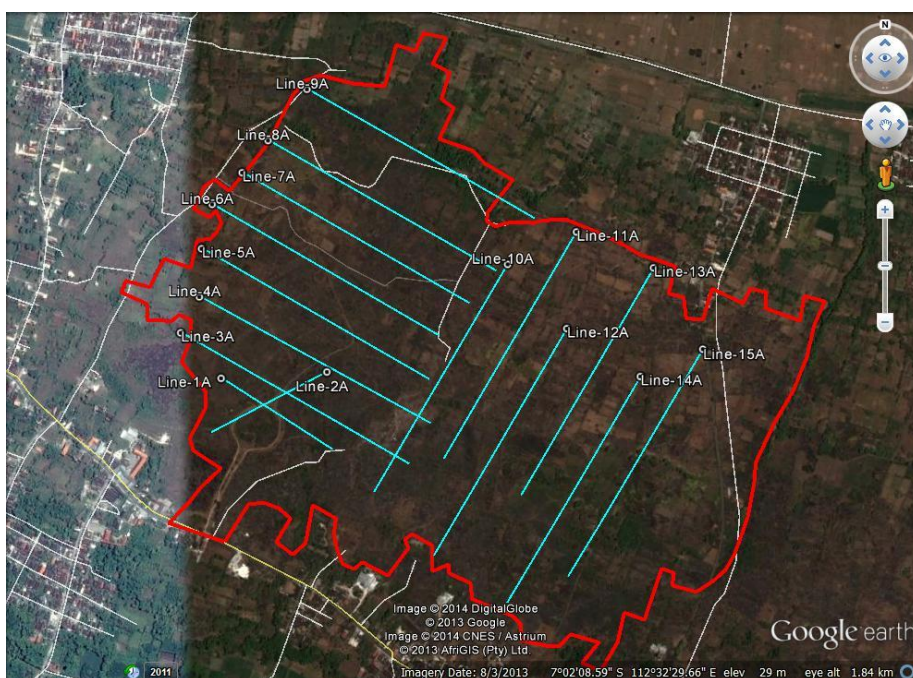
Gambar 3. Skema Konfigurasi Wenner

METODOLOGI

Pengambilan data lapangan dilakukan pada tanggal 2 Desember 2013 sampai 5 Januari 2014. Adapun area penelitian terletak di Desa Melirang, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Untuk lebih jelasnya ditunjukkan pada Gambar 4.

Untuk mendapatkan harga resistivitas batuan di area penelitian digunakan metode geolistik.

Peralatan yang digunakan adalah resistivity meter merk Campus dengan arus yang dipenetrasi 0,5 mA hingga 10 mA. Konfigurasi elektroda yang digunakan yaitu Dipole-dipole untuk area dekat Gua Gelang Agung dan konfigurasi Wenner untuk area yang jauh dari Gua Gelang Agung. Pembuatan lintasan dilakukan sepanjang 300 meter dan 600 meter. Pada tabel 1 dapat dilihat koordinat titik awal dan akhir lintasan pengukuran geolistrik yang dilakukan.



Gambar 4. Desain Lintasan Pengukuran Geolistrik

Tabel 1. Koordinat Lintasan Geolistrik

Lintasan	Koordinat		Panjang Lintasan (m)	Arah Lintasan	Konfigurasi
	Awal	Akhir			
Line-1	7° 2'10.88"S 112°32'11.55"E	7° 2'16.17"S 112°32'19.79"E	300	Barat ==>Timur	Dipole-dipole
Line-2	7° 2'10.39"S 112°32'19.39"E	7° 2'14.92"S 112°32'10.75"E	300	Utara ==> Selatan	Dipole-dipole
Line-3	7° 2'7.53"S 112°32'8.51"E	7° 2'17.18"S 112°32'25.48"E	600	Barat ==>Timur	Dipole-dipole
Line-4	7° 2'4.87"S 112°32'9.88"E	7° 2'14.18"S 112°32'27.09"E	600	Barat ==>Timur	Wenner
Line-5	7° 2'1.29"S 112°32'10.00"E	7° 2'10.95"S 112°32'27.00"E	600	Barat ==>Timur	Dipole-dipole
Line-6	7° 1'58.00"S 112°32'10.76"E	7° 2'7.72"S 112°32'27.73"E	600	Barat ==>Timur	Dipole-dipole
Line-7	7° 1'55.63"S 112°32'12.97"E	7° 2'5.32"S 112°32'29.94"E	600	Barat ==>Timur	Wenner
Line-8	7° 1'53.23"S 112°32'14.89"E	7° 2'2.93"S 112°32'31.91"E	600	Barat ==>Timur	Wenner
Line-9	7° 1'49.38"S 112°32'17.76"E	7° 1'59.05"S 112°32'34.78"E	600	Barat ==>Timur	Wenner

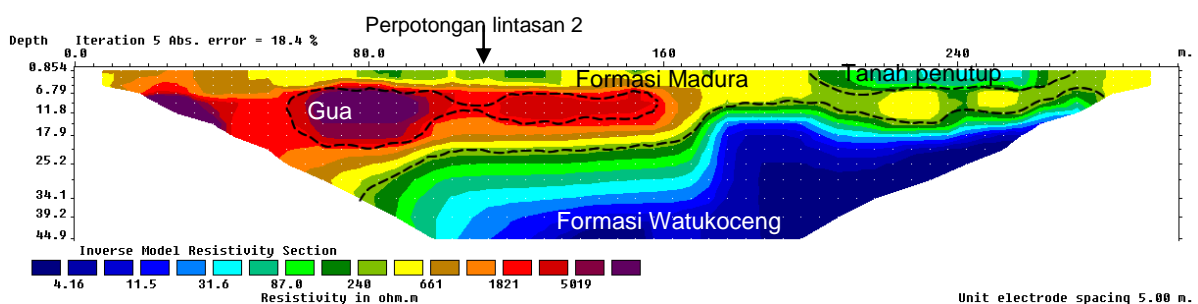
Line-10	7° 2'2.41"S 112°32'32.79"E	7° 2'25.50"S 112°32'37.35"E	600	Utara ==> Selatan	Wenner
Line-11	7° 1'59.96"S 112°32'37.92"E	7° 2'27.53"S 112°32'32.81"E	600	Utara ==> Selatan	Wenner
Line-12	7° 2'7.13"S 112°32'37.20"E	7° 2'19.49"S 112°32'33.82"E	600	Utara ==> Selatan	Wenner
Line-13	7° 2'2.60"S 112°32'43.69"E	7° 2'24.00"S 112°32'27.33"E	600	Utara ==> Selatan	Wenner
Line-14	7° 2'10.65"S 112°32'42.70"E	7° 2'16.79"S 112°32'28.06"E	600	Utara ==> Selatan	Wenner
Line-15	7° 2'8.62"S 112°32'47.38"E	7° 2'19.30"S 112°32'22.87"E	600	Utara ==> Selatan	Wenner

Pada proses pengolahan data lapangan sampai didapatkan sayatan resistivitas 2D digunakan perangkat lunak Res2Dinv dengan *software* pendukung *Microsoft Excel* dan *notepad*. *Software* Res2Dinv membutuhkan *input* data nilai resistivitas yang nantinya akan dilakukan proses *inverse* sehingga didapatkan kontur sebaran nilai resistivitas vertikal di sepanjang lintasan akuisisi data. Dengan diduplikasinya sebaran nilai resistivitas disepanjang lintasan akan dapat dilakukan tahapan lebih lanjut yaitu tahapan interpretasi. Pada tahapan ini dilakukan pencocokan nilai resistivitas yang didapat dengan literatur yang telah ada. Kemudian

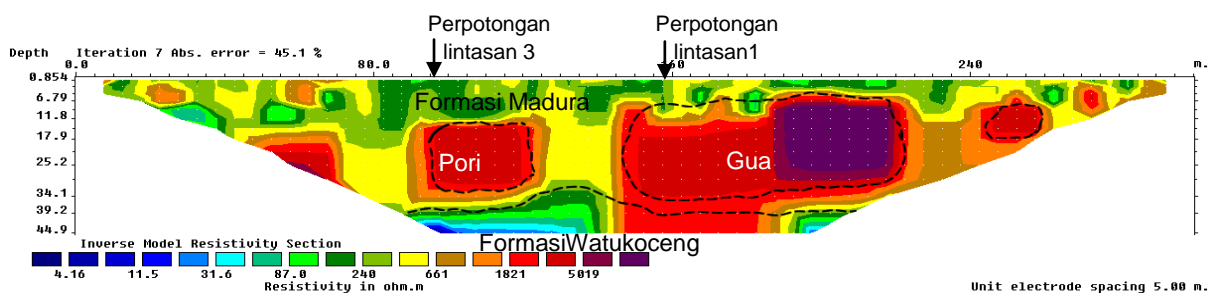
dilakukan perhitungan cadangan hipotesis yang berkaitan dengan volume dari potensi cadangan batu gamping yang ada di daerah tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

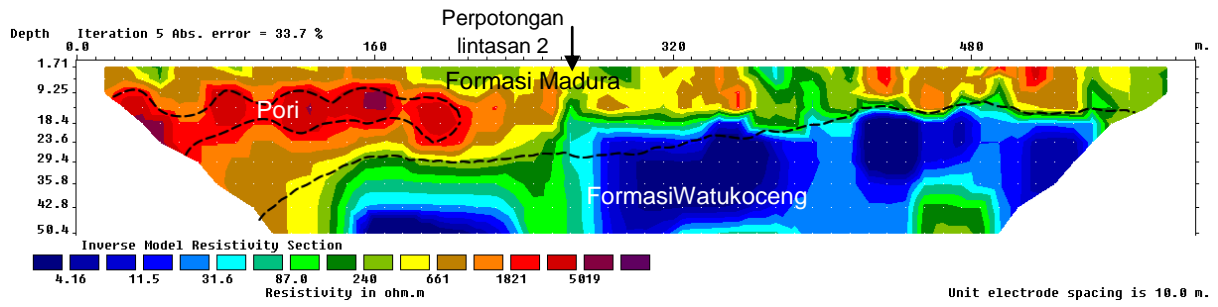
Hasil dari pengolahan data geolistrik resistivitas 2D didapatkan variasi tahanan jenis dan ketebalan lapisan untuk tiap lintasan, di mana harga kontur resistivitas mencapai kedalaman ±50 meter. Adapun gambaran dari struktur bawah permukaan untuk tiap lintasan penelitian dapat dilihat pada gambar berikut:



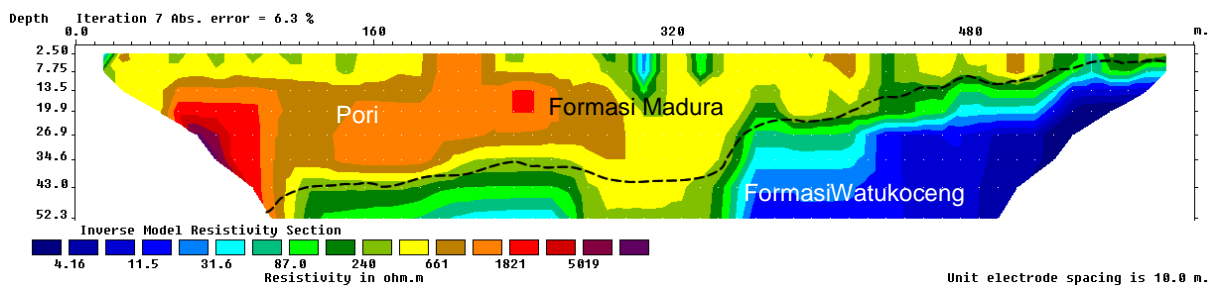
Gambar 5. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-01



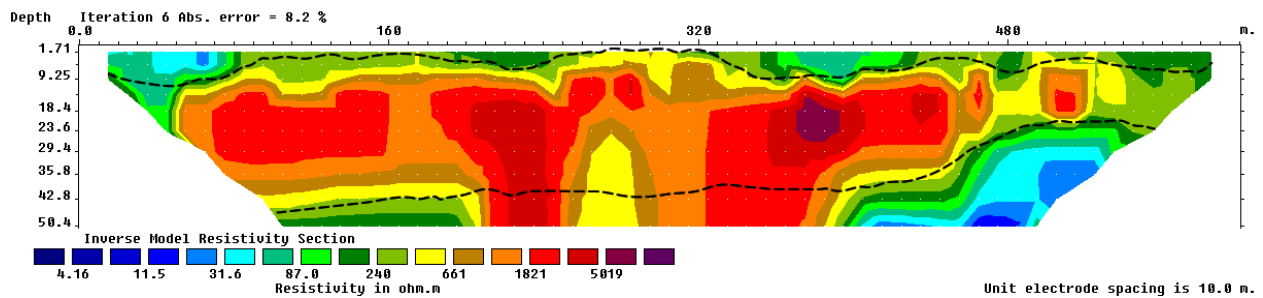
Gambar 6. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-02



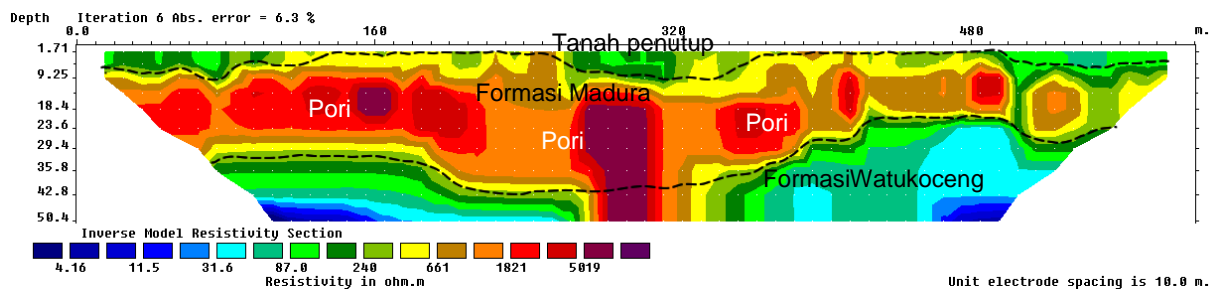
Gambar 7. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-03



Gambar 8. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-04

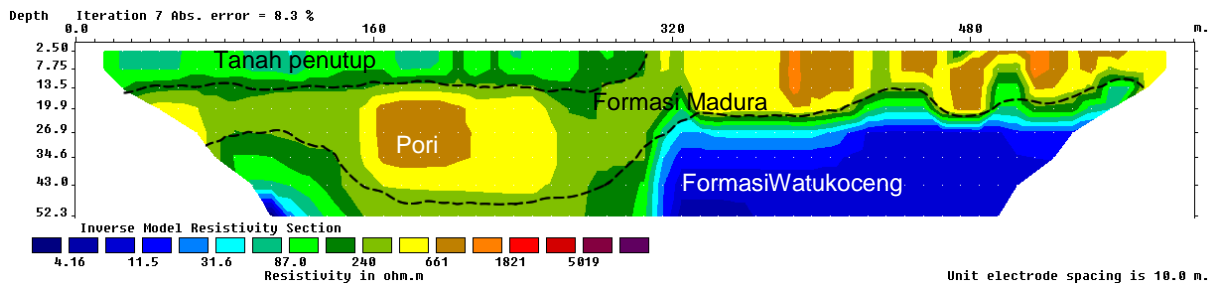


Gambar 9. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-05

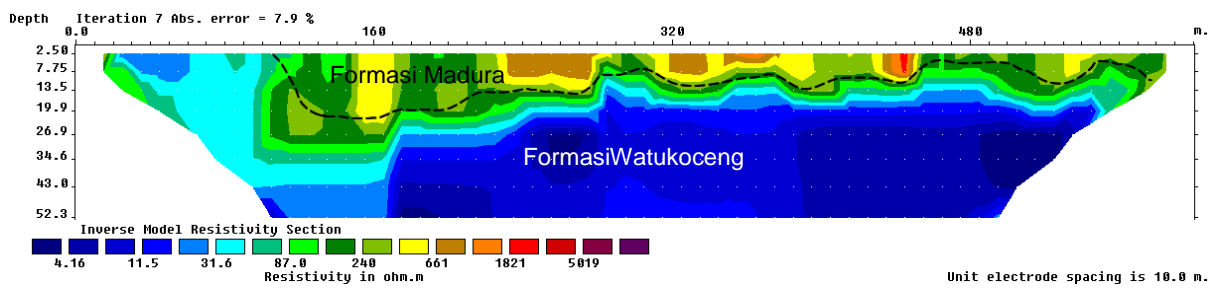


Gambar 10. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-06

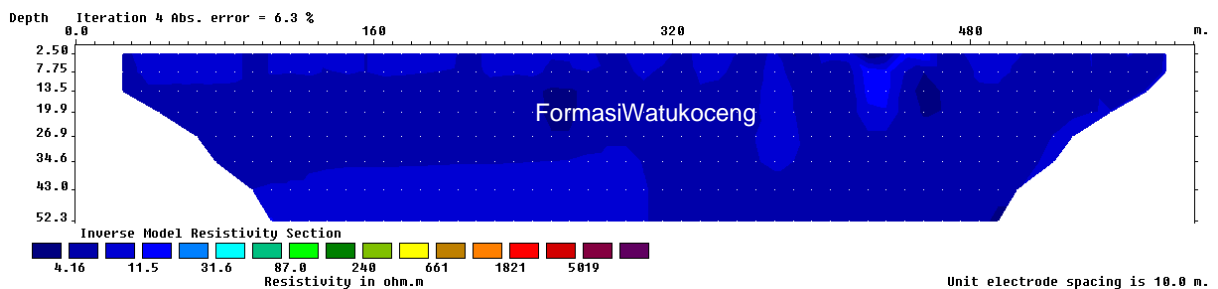
Estimasi Cadangan Batu ...



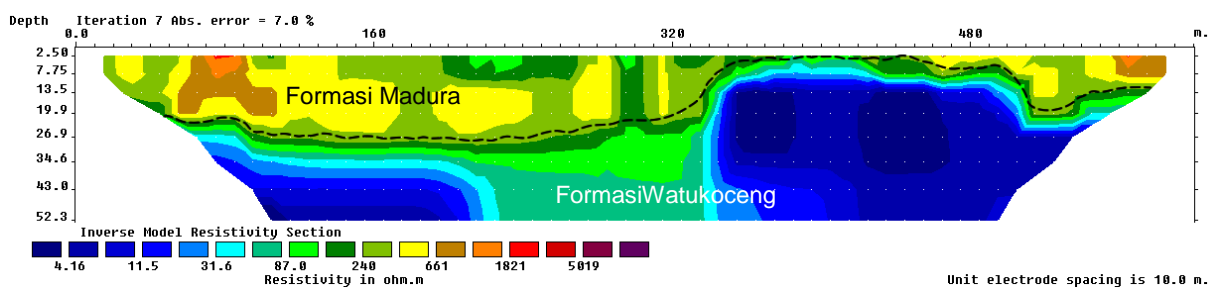
Gambar 11. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-07



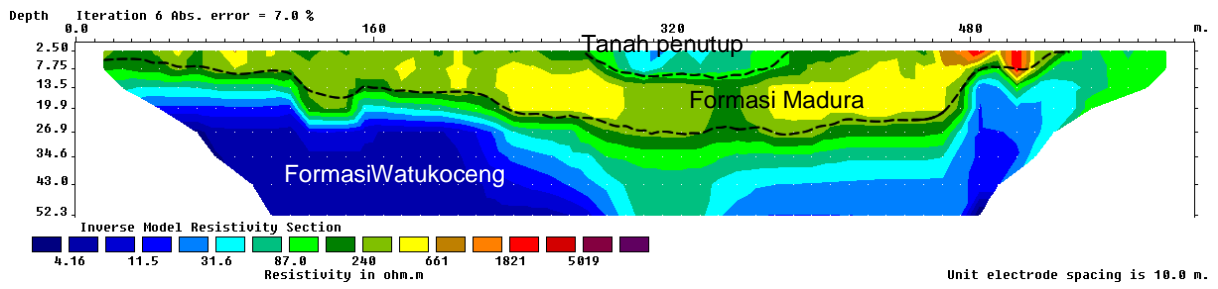
Gambar 12. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-08



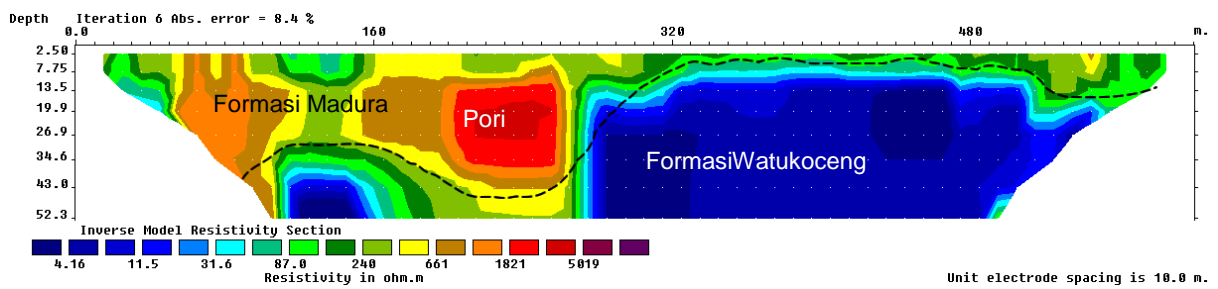
Gambar 13. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-09



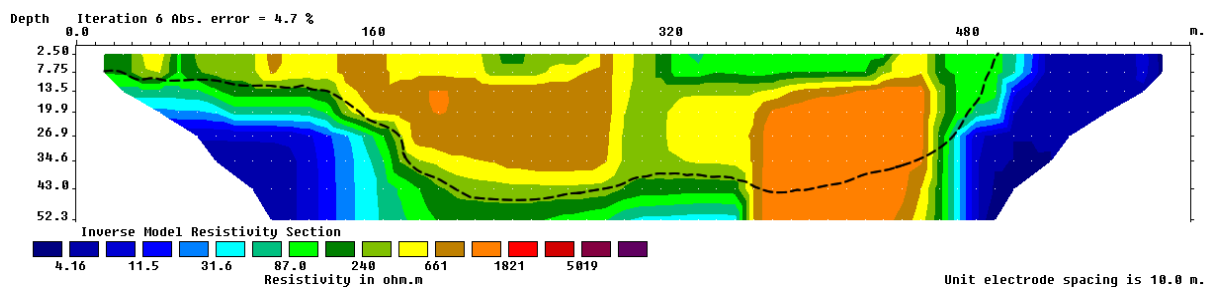
Gambar 14. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-10



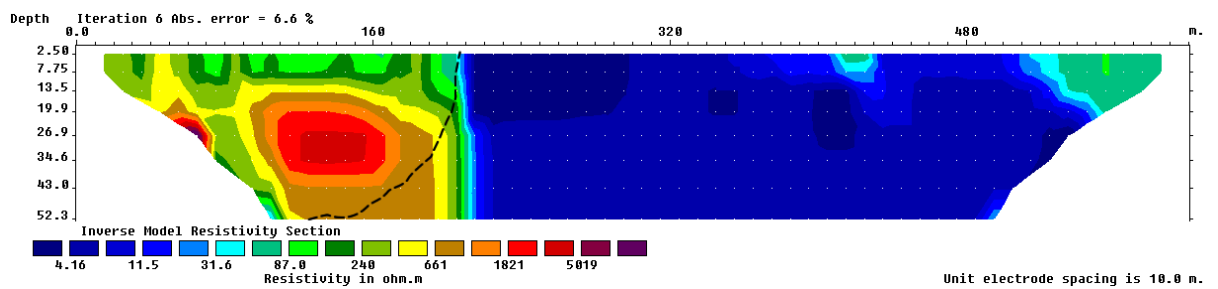
Gambar 15. Hasil Inversi Resistivitas di lintasan-11



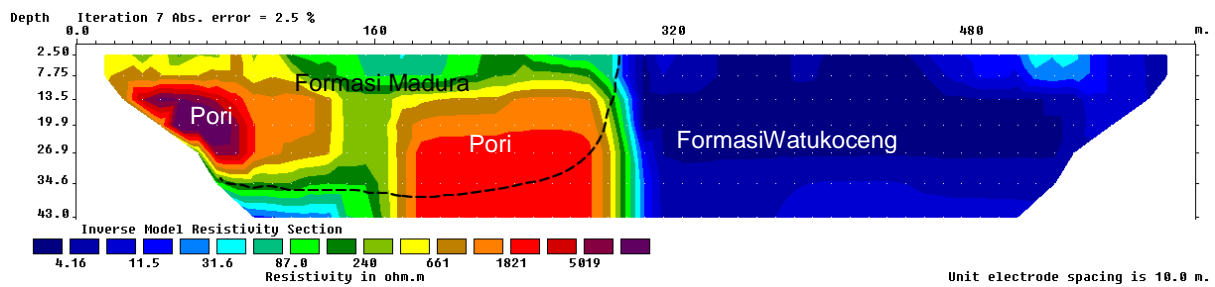
Gambar 16. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-12



Gambar 17. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-13



Gambar 18. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-14



Gambar 19. Hasil Inversi Resistivitas di Lintasan-15

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan yang didukung dengan survei geofisika diketahui bahwa mayoritas penyusun batuan di daerah penelitian berupa batu gamping. Secara garis besar, semua lintasan terdiri dari dua macam litologi penyusun batuan yaitu batu gamping terumbu (Formasi Madura) dan napal berpasir selingan gamping (Formasi Watukoceng). Namun, ada beberapa lapisan yang memiliki lapisan tanah penutup. Di lintasan-01, tanah penutup berada pada jarak antara 200 m sampai 270 m yang ditunjukkan dengan warna hijau sampai biru muda dengan nilai resistivitas antara $31 \Omega\text{m}$ – $240 \Omega\text{m}$ (Gambar 5). Di lintasan-05, tanah penutup hampir ditemukan di sepanjang lintasan dengan ketebalan yang bervariasi (Gambar 9). Di lintasan-06, lapisan penutup tersebar di beberapa tempat dengan ketebalan ± 4 meter (Gambar 10). Di lintasan-07, lapisan penutup didapatkan pada bagian awal sampai pertengahan lintasan dengan kedalaman ± 10 meter (Gambar 11), dan lapisan penutup di lintasan-11 berada sampai kedalaman ± 5 meter (Gambar 15).

Lapisan batu gamping terumbu yang termasuk ke dalam Formasi Madura memiliki nilai resistivitas di atas $240 \Omega\text{m}$. Di lintasan-03, nilai resistivitasnya sampai $300 \Omega\text{m}$, nilai ini dimungkinkan berupa batu gamping terumbu yang memiliki rongga cukup besar sehingga air yang masuk langsung dialirkan dan tidak menimbulkan turunnya nilai resistivitas pada bagian ini. Batu gamping terumbu identik dengan adanya lubang atau pori yang cukup besar dan batu kapur putih sangat sedikit ditemukan lubang pori. Dengan sedikitnya lubang pori pada

batu gamping kapuran banyak dimanfaatkan orang untuk penambangan. Ketebalan lapisan ini bervariasi antara 20 – 35 meter.

Untuk lapisan dengan Formasi Watukoceng yang merupakan napal berpasir memiliki nilai resistivitas kecil yaitu di bawah $240 \Omega\text{m}$ yang ditunjukkan dengan warna hijau sampai biru gelap. Nilai resistivitas yang kecil di Formasi Watukoceng disebabkan karena mengandung air dan sulit untuk mengalirkannya. Lapisan Formasi Watukoceng ditemukan mulai kedalaman ± 20 meter hingga ± 50 meter. Untuk lintasan-09, hasil interpretasi menunjukkan bahwa keseluruhan lintasan merupakan Formasi Watukoceng dengan batuan penyusun napal berpasir berselingan batu gamping (Gambar 13). Pada lintasan-09, lintasan-14, dan lintasan-15, Formasi Watukoceng muncul ke permukaan.

Resistivitas terbesar ditunjukkan dengan warna merah sampai merah gelap dengan nilai di atas $3000 \Omega\text{m}$. Di lintasan-02, nilai resistivitas tertinggi terbentang dari 150 m sampai 220 m. Hal tersebut menandakan adanya gua bawah tanah atau yang dikenal dengan Gua Gelang Agung, karena memiliki dimensi yang cukup luas.

Pada penelitian kali ini yang berfungsi sebagai luas penampang adalah luasan area penelitian secara keseluruhan yaitu $\pm 1.037.500 \text{ m}^2$ dan yang berfungsi sebagai tebal lapisan adalah ketebalan rata-rata lapisan batu gamping dari hasil interpretasi data geolistrik yaitu ± 16 meter disetiap lintasan. Perhitungan volume dari cadangan batu gamping merupakan hasil perkalian dari luas penampang dengan ketebalan rata-rata lapisan

batuan, sehingga nilai volume batu gamping yang didapatkan yaitu sebesar $\pm 16.600.000 \text{ m}^3$. Sedangkan cadangan hipotesis atau tonase sendiri didapatkan dengan mengalikan volume dengan berat jenis gamping yang berkisar antara $2,5 \text{ ton/m}^3$ dan didapatkan nilai cadangan hipotesis yaitu $\pm 41.500.000 \text{ ton}$.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan data sekunder berupa peta geologi dan pengamatan lapangan didapatkan bahwa wilayah penelitian disusun oleh batu gamping terumbu dan napal.

Pengukuran geolistrik yang dilakukan menghasilkan gambaran bawah permukaan sampai kedalaman ± 50 meter dan hampir di semua lintasan Formasi Madura (gamping terumbu) terletak di bagian atas dari Formasi Watukoceng (napal), kecuali di lintasan-09, lintasan-14, dan lintasan-15 Formasi Watukoceng muncul ke permukaan.

Untuk penambangan batu gamping dapat dilakukan di area yang disusun oleh Formasi Madura, namun sebaiknya tidak sampai ke bagian yang memiliki pori/rongga besar. Penambangan bisa dilakukan sampai dengan kedalaman 40 meter pada beberapa lokasi sesuai dengan hasil interpretasi.

Adapun cadangan dari potensi batu gamping yang didapatkan berdasarkan hasil perhitungan pada penelitian ini yaitu sebesar $\pm 41.500.000 \text{ ton}$. Setelah diketahui jumlah cadangan batu gamping, maka diharapkan para penambang dapat memanfaatkan potensi batu gamping yang ada. Namun, masih memperhatikan aspek lingkungan supaya tidak terjadi bencana seperti tanah longsor maupun yang lain.

Selain itu, diharapkan penambang tidak menambang dalam jumlah yang berlebihan karena dapat mengakibatkan jumlah batu gamping di area tersebut semakin menipis terlebih di area penelitian terdapat Gua Gelang Agung yang berpeluang untuk dikembangkan menjadi kawasan wisata gua sehingga dapat membantu dalam upaya meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD).

Saran

Setelah dilakukan penelitian ini diharapkan penambangan batu gamping dilakukan di area yang sesuai dengan hasil interpretasi data geolistrik pada tiap lintasan dan penambangan sebaiknya tidak dilakukan sampai ke bagian yang memiliki pori/rongga besar yang diduga merupakan Gua Gelang Agung yang berpotensi untuk dijadikan sebagai objek wisata.

DAFTAR PUSTAKA

- Aswathanarayana, U., 1995. *Geoenvironment – An Introduction*. A.A. Balkema. Rotterdam.
- Bethei, Sukardi. 1992. *Peta Geologi Lembar Surabaya dan Sapulu, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Madiadipoera, T., 2006. *Bahan Galian Industri di Indonesia*. Pusat Sumber Daya Geologi, Departemen ESDM, Jakarta, hh. 1-48.
- Prayogo, S., Sri Cahyo W., dan Widya U., 2003. *Penentuan Distribusi Tahanan Jenis Struktur Bawah Permukaan Daerah Rawan Longsor Di Desa Lumbang Rejo, Prigen Menggunakan Metode Geolistrik 2-D dan 3-D*. Laboratorium Fisika Bumi, Jurusan Fisika, FMIPA, ITS.
- Ross, Howard P., Claron E. Makelprang, dan Phillip M. Wright. 1990. Dipole-Dipole Electrical Resistivity Surveys at waste Disposal Study Sites, dalam *Geotechnical and Environmental Geophysics*. II, h. 145. SEG. Tulsa.
- Tutiani, 2000. *Penentuan Aliran Sungai Bawah Tanah dengan Metode Resistivitas Wenner Di Daerah Rengel, Tuban, Jawa Timur*. Tugas Akhir, ITS, Surabaya.
- Ward, S.H., 1990. Resistivity and Induced Polarization Methods, dalam *Geotechnical and Environmental Geophysics*. I, h. 147. SEG. Tulsa.
