

APLIKASI METODE GEOLISTRIK UNTUK IDENTIFIKASI SITUS ARKEOLOGI DI PULAU LAUT, NATUNA

Applications of Geoelectric Method for Archaeological Site Identification in Laut Island, Natuna

Dino Gunawan Pryambodo¹ dan Reiner Arief Troa²

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir, Balitbang KP, KKP

²Gedung Balitbang KP Lantai 4, Jl. Pasir putih 1, Ancol Timur Jakarta 14430

dino@kkp.go.id

Naskah diterima : 18 April 2016

Naskah diperiksa : 20 April 2016

Naskah disetujui : 9 Mei 2016

Abstract. Pulau Laut is one of the outer islands in Republic of Indonesia and part of the international shipping lanes during past centuries. The evidence came in form of shipwrecks which also became archaeological sites. The purpose of this study is to determine the distribution of archaeological sites and its depth using Wenner configuration 2D geoelectric method which is achieved by using resistivitymeter multichannel *S Field* with three lines measurements. Data processing, analysis, and interpretation were performed using software RES2DINV. The results then obtained direction on line one southwest - Northeast, the vessel is allegedly at positions 21-24 m from the southwest, the value of resistivity is between 54, 3-124 Ω m with depth of 0-3 m subsurface. Line two is at the same direction with line one and the vessel is allegedly at positions 21-27 m from the southwest, a subsurface depth of 0-3 m and resistivity values range from 11.5 - 41.4 Ω m. Line three to the direction northwest - southeast is crosslined with track one and track two, allegedly the ship is at position 18-22 m from the northwest with a depth of 0 - 4 m above the ground and resistivity values between 56.7 - 205 Ω m.

Keywords: Archaeology, Geoelectrical method, 2D Wenner configuration, Ship site, Pulau Laut

Abstrak. Pulau Laut merupakan salah satu pulau terdepan wilayah NKRI, merupakan jalur pelayaran internasional selama berabad-abad yang lampau. Terdapatnya situs-situs arkeologi kapal tengelam merupakan buktinya. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan sebaran situs arkeologi dan kedalamannya berdasarkan metode geolistrik konfigurasi Wenner 2D yang menggunakan *resistivitymeter multichannel S Field* dengan tiga lintasan pengukuran. Proses pengolahan, analisis serta interpretasi data dilakukan dengan *software Res2Dinv*. Hasil proses, analisis dan interpretasi data, diperoleh pada lintasan satu dengan arah bentangan kabel barat daya – Timur laut, situs kapal diduga pada posisi 21 – 24 m dari arah barat daya, nilai resistivitas antar 54,3 – 124 Ω m dengan kedalaman 0 – 3 m dari atas permukaan tanah. Lintasan dua dengan arah bentangan kabel yang sama dengan lintasan satu, posisi 21 – 27 m dari arah barat daya, kedalaman 0 – 3 m dari atas permukaan tanah dan rentangan nilai resistivitas 11,5 – 41,4 Ω m diduga terdapat situs kapal. Lintasan tiga dengan arah bentangan kabel barat laut – tenggara merupakan lintasan yang memotong (*crossline*) lintasan satu dan lintasan dua, diduga keberadaan situs kapal pada posisi 18 – 22 m dari arah barat laut dengan kedalaman 0 – 4 m dari atas permukaan tanah dan nilai resistivitas antara 56,7 – 205 Ω m.

Kata kunci: Arkeologi, Metode geolistrik, Konfigurasi Wenner 2D, Situs kapal, Pulau Laut

1. Pendahuluan

Kabupaten Natuna adalah salah satu kabupaten di Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Natuna merupakan kepulauan paling utara di selat Karimata. Di sebelah utara, Natuna berbatasan dengan Vietnam dan Kamboja, di selatan berbatasan dengan Sumatera Selatan dan Jambi, di bagian barat dengan Singapura, Malaysia, Riau dan di bagian timur dengan Malaysia Timur dan Kalimantan Barat. Natuna berada pada jalur pelayaran internasional Hongkong, Jepang, Korea dan Taiwan (Wikipedia 2015). Sehingga tidak heran sejak zaman raja-raja nusantara (kerajaan sriwijaya) hingga masa kolonial, perairan Natuna selalu menjadi jalur pelayaran untuk keperluan perdagangan maritim (Muljana 2006)

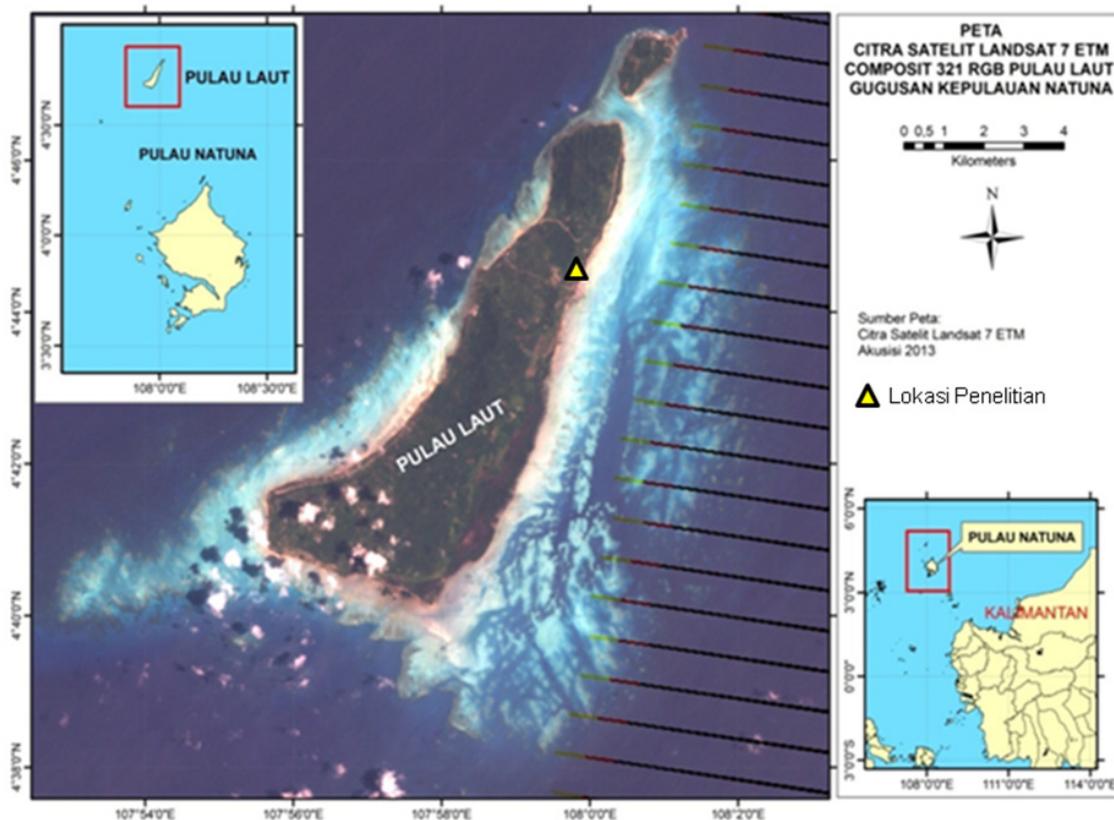
Pulau Laut adalah sebuah kecamatan di Kabupaten Natuna, Kepulauan Riau, Indonesia. Kecamatan ini merupakan kecamatan yang terluar di daerah Kabupaten Natuna (Gambar 1), merupakan tempat persinggahan

dari jalur pelayaran internasional pada zaman dahulu sehingga banyak menyimpan benda artefak arkeologi berupa keramik, guci atau kerangka kapal yang masih terkubur di bawah permukaan tanah (Dillenia 2011)

Minimnya informasi tentang artefak yang terpendam di bawah permukaan tanah merupakan suatu hambatan dalam proses eskavasi. Oleh karena itu perlu dilakukan pengukuran dengan metode pemetaan bawah permukaan di sekitar daerah yang diduga terdapat artefak agar proses penggalian dapat dilakukan tanpa menimbulkan kerusakan dan diperoleh hasil yang signifikan dan efisien (Rusmin *et al.* 2015).

2. Metode

Metode geolistrik adalah salah satu metode geofisika yang dapat memberikan informasi tentang tahanan jenis yang berkaitan dengan benda-benda artefak peninggalan pubakala yang berada dibawah permukaan tanah sehingga dapat diidentifikasi dan

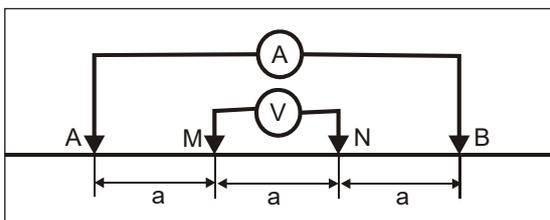


Gambar 1. Lokasi Kegiatan (Sumber: <http://landsat.usgs.gov/landsat7.php>, 2015)

dipetakan keberadaannya (Oswin 2009). Metode geolistrik dimaksudkan untuk mengetahui susunan, kedalaman, dan penyebaran lapisan bawah permukaan dari titik pendugaan berdasarkan harga tahanan jenis yang diperoleh. Prinsip metode ini didasarkan sifat-sifat batuan terhadap kelistrikan, diharapkan dapat memberikan informasi tentang *inhomogeneities* bawah permukaan (Clark 1990). Variasi resistivitas dan sejauh mana dan geometri anomali dapat digunakan untuk menyimpulkan kemungkinan adanya struktur arkeologi. Secara sederhana, metode ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik searah (DC) ke dalam bumi melalui sepasang elektrode arus (AB), yang kemudian diterima oleh sepasang elektrode potensial (MN) (Gambar 2). Elektrode potensial ini akan menerima harga perbedaan potensial yang ditimbulkan oleh sifat-sifat batuan yang dilalui arus listrik (Reynolds 1997).

Survei dilakukan dengan menggunakan alat survei GPS (*Global Positioning System*) Garmin tipe 78s (Gambar 3) untuk menentukan posisi lintasan dan *resistivitymeter Multichannel S Field* (Gambar 4) untuk mengukur nilai beda potensial sesuai dengan konfigurasi elektrode yang digunakan. Peralatan lain yang digunakan dalam pengukuran mencakup elektroda potensial, elektroda arus, *accumulator*, dan kabel, dan perlengkapan pendukung seperti meteran, kalkulator, multi tester, dan *handy talky* (HT).

Metode 2D adalah penggabungan metode 1D tetapi jumlah titik elektroda yang cukup banyak dalam suatu panjang tertentu (sesuai banyaknya elektroda dan panjang kabel yang tersedia) (Bahri 2005). Semua



Gambar 2. Konfigurasi Wenner (Sumber: Telford 1990)



Gambar 3. Garmin 78s (Sumber: Garmin 2010)



Gambar 4. *Resistivitymeter Multichannel S Field* (Sumber: Geocis 2015)

konfigurasi simetris yang ada dalam cara geolistrik 1D dapat digunakan dalam metode 2D. Dalam survey lapangan digunakan konfigurasi Wenner karena resolusi yang cukup baik secara horisontal maupun vertikal dan kedalaman penetrasi yang cukup dalam. Keunggulan dari konfigurasi Wenner (Gambar 2) ini adalah ketelitian pembacaan tegangan pada elektroda MN lebih baik dengan angka yang relatif besar karena elektroda MN yang relatif dekat dengan elektroda AB (Widiarso dkk. 2012). Disini bisa digunakan alat ukur multimeter dengan impedansi yang relatif lebih kecil sehingga nilai resistivitas semu didapat dengan persamaan dibawah ini (Telford 1990):

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I}$$

$$K = \pi a$$

Dimana :

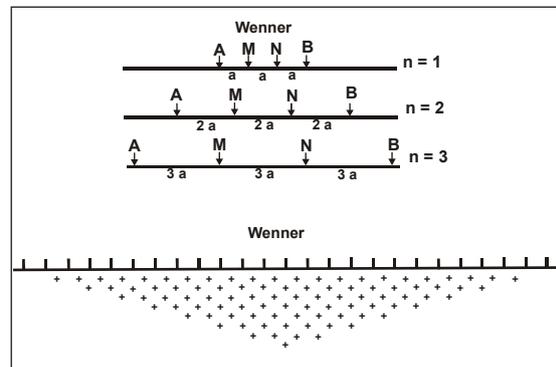
- ρ_a = Tahanan jenis semu (Ωm)
- K = Faktor Geometri
- ΔV = Beda potensial (mV)
- I = Kuat arus yang dialirkan (milliAmpere)
- a = Jarak antara kedua elektrode arus (AB dan elektroda potensial (MN)

Metoda geolistrik 2D atau *electrical imaging* digunakan untuk melihat pola perubahan tahanan jenis batuan baik secara vertikal maupun secara horizontal. Konfigurasi elektroda yang digunakan untuk pengukuran ini sama dengan pengambilan data geolistrik cara *sounding* atau 1D, tetapi teknik pengambilan data yang sedikit berbeda. Survey dilakukan pada lintasan yang lurus. Jumlah elektroda adalah 16 dengan jarak antar elektroda adalah 3 meter, maka panjang lintasan pengukuran adalah 48 meter. Kabel multielektroda terbagi dua bagian; elektroda nomor 1 – 8 di bagian kiri lintasan dan 9 – 16 di bagian kanan lintasan (Nurhidayah 2013). Peralatan geolistrik *S Field* ditempatkan di tengah lintasan, ujung tengah dari bagian kiri dan kanan kabel multielektroda dihubungkan dengan *switchbox* yang berfungsi untuk mengatur nomor elektroda yang berperan sebagai pengalir arus (A, B) dan pengukur beda potensial (M, N) (Alile 2007).

Pengukuran dilakukan setahap demi setahap dimulai dari bagian kiri (nomor elektroda kecil) dan tiap *layer* kedalaman (n). Setelah semua data diambil, jika diplot maka akan diperoleh kumpulan data yang menyerupai perahu terbalik (Gambar 5). Pada gambar dibawah tersebut, diilustrasikan konfigurasi dari peralatan, kabel, dan sebaran titik pengukuran terhadap lapisan kedalaman. Setelah semua data didapatkan, maka dilakukan pengolahan data sehingga diperoleh penampang tahanan jenis dari lintasan yang diambil baik secara vertikal maupun horizontal atau kedalaman. Contoh kasus adalah pada konfigurasi elektroda Wenner dengan jarak elektroda “a” maka langkah pertama yang dilakukan adalah mengukur array elektroda 1a tempat elektroda nomor 1, 2, 3, dan 4 digunakan untuk pengukuran. Konfigurasi ini bergerak sejauh 1a. Setelah pengambilan data untuk spasi 1a, langkah berikutnya adalah dengan spasi elektroda 2a dan menggunakan elektroda nomor 1, 3, 4 dan 7; pengukuran

data terus dilakukan sampai elektroda terakhir (Loke 1994).

Pengolahan data dilakukan dengan menghitung faktor geometri dari konfigurasi Wenner untuk menghilangkan pengaruh letak elektroda potensial terhadap letak kedua elektroda arus. Setelah diperoleh hasil faktor geometri dari konfigurasi Wenner kemudian menghitung resistivitas semu dan menginversi dengan program *Res2Dinv* (Loke, 2004) untuk memperoleh penampang 2D. Interpretasi data dilakukan dengan menggunakan pendekatan parameter nilai-nilai resistivitas material (benda) dari penampang 2D hasil *Res2Dinv* (Loke 2003)



Gambar 5. Langkah pengambilan data geolistrik 2D konfigurasi Wenner (Sumber: Loke 1994)

3. Hasil dan Pembahasan

Situs arkeologi terletak di desa Tanjung Pala yang terletak di sebelah timur Pulau Laut dengan koordinat GPS 4°44'3,34" LU dan 107°59'40,70" BT (Gambar 1), di lokasi ditemukan singkapan kayu diatas permukaan pasir yang diduga sebagai situs kapal karam (Gambar 6). Di dalam lokasi penelitian ini dibuat 3 lintasan survei geolistrik 2D dengan 2 lintasan yang sejajar (*inline*) yaitu lintasan satu dan lintasan dua dan satu lintasan melintang (*crossline*) yaitu lintasan tiga.

3.1 Lintasan Satu

Pengukuran geolistrik pada lintasan satu yang berarah barat daya (SW) – timur laut (NE) (Gambar 7) menghasilkan nilai resistivitas pada lintasan ini bervariasi dari 0,383 Ωm



Gambar 6. Singkapan kapal dan arah lintasan geolistrik (Sumber: penulis)

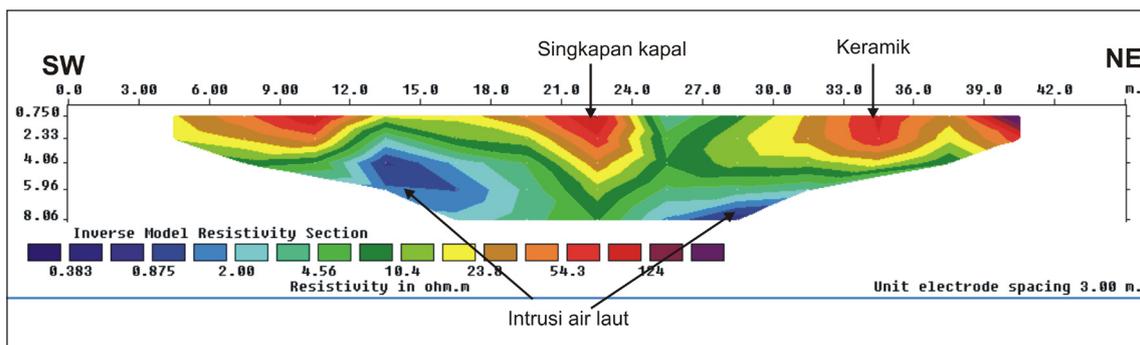
hingga $124 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman penetrasi sekitar 8,06 m. Penampang 2D tersebut memperlihatkan kontras resistivitas yang tidak merata. Hal ini menunjukkan bahwa di bawah permukaan tidak homogen, pada posisi panjang elektroda 21 meter sampai 24 meter dari elektroda pertama (SW) di kedalaman 0 meter sampai 3 meter dari permukaan tanah terdapat nilai resistivitas yang tinggi (warna merah) $54,3 - 124 \Omega\text{m}$ dibandingkan dengan sekitarnya yang berupa alluvial dan pasir dengan rentangan nilai resistivitas $10 - 800 \Omega\text{m}$ (Palacky 1987) yang diduga sebagai benda anomali dari situs kapal yang bagiannya tersingkap/terlihat di atas permukaan tanah.

Pada posisi elektroda 33 meter sampai 36 meter dari elektroda pertama (SW) di kedalaman 0 meter sampai sekitar 2 meter

dari permukaan tanah terdapat nilai resistivitas yang tinggi (warna merah) dibandingkan dengan sekitarnya yang duga kuat sebagai dari situs arkeologi yang berupa kumpulan keramik (Gambar 9) dan nilai resistivitas yang rendah (berwarna biru) kurang dari $1 \Omega\text{m}$ berhubungan dengan adanya intrusi air laut (Abdalla 2008; Consentino *et al.* 2007; Hasanudin dan Pryambodo 2009) yang berbentuk lensa-lensa dengan posisi dan kedalaman bervariasi dan jarak dari garis pantai ke singkapan kapal kurang lebih berjarak 8 meter sehingga bisa mempengaruhi kualitas air tanah (FAO 1997).

3.2 Lintasan Dua

Lintasan dua jaraknya tidak jauh dari lintasan pertama sekitar 2 meter dan sejajar dengan lintasan satu (Gambar 9). Pada



Gambar 7. Hasil pengukuran geolistrik pada lintasan satu (Sumber: penulis)



Gambar 8. Artefak keramik di sekitar situs kapal (Sumber: penulis)

lintasan dua ini benda anomali yang diduga sebagai artefak dari situs arkeologi posisi dan kedalamannya hampir sama dengan yang ada di lintasan satu. Dengan nilai resistivitas pada lintasan ini bervariasi dari 0,00545 Ωm hingga 41,4 Ωm dengan kedalaman penetrasi sekitar 8,06 m. Anomali tinggi (berwarna merah) sekitar 41,4 Ωm terdapat pada posisi panjang elektroda 21 meter sampai 27 meter dari elektroda pertama (SW) di kedalaman 0 meter sampai 3 meter dari permukaan tanah diduga sebagai benda anomali dari situs kapal yang bagiannya tersingkap/terlihat di atas permukaan tanah.

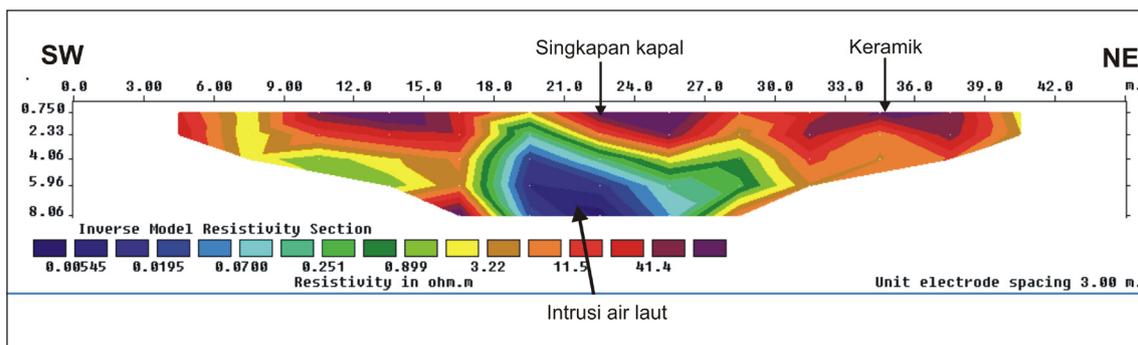
Pada posisi elektroda 33 meter sampai 36 meter dari elektroda pertama (SW) di kedalaman 0 meter sampai sekitar 2 meter dari permukaan tanah terdapat artefak dari kumpulan keramik dengan nilai resistivitas yang tinggi (warna merah) sekitar 41,4 Ωm lebih, dan terjadi intrusi air laut dengan nilai

resistivitas yang rendah (berwarna biru) kurang dari 1 Ωm yang penyebarannya berada pada posisi 18 – 30 meter dengan kedalaman mulai dari 2 – 8,06 meter.

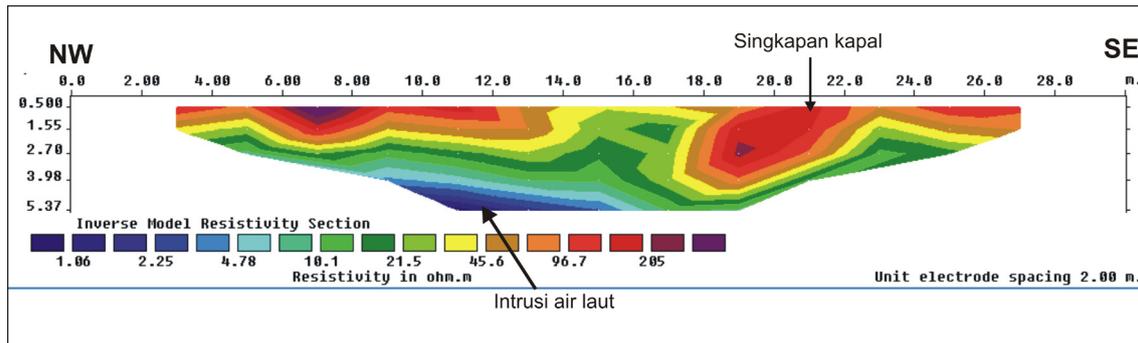
3.3 Lintasan Tiga

Lintasan tiga ini merupakan lintasan yang memotong (*crossline*) dari lintasan satu dan lintasan dua dengan arah barat laut (NW) dan tenggara (SE) (Gambar 10), dan arah tenggara ini mendekati garis pantai. Dari hasil penampang lintasan tiga ini terlihat bahwa keberadaan artefak arkeologi yang berupa kapal terdapat pada posisi 18 – 22 meter dari arah barat laut (NW) dan kedalamannya mencapai sekitar 4 meter dari atas permukaan tanah dengan nilai resistivitas tinggi (warna merah) sekitar 96,7 Ωm , sedangkan intrusi air laut juga terlihat pada penampang lintasan tiga ini dengan posisi 8 – 14 meter dari arah barat laut (NW) dengan kedalaman sekitar 4 – 5,37 meter dari atas permukaan tanah.

Dari hasil ketiga penampang lintasan geolistrik 2D tentang dimensi dari situs singkapan kapal terlihat makin ke arah daratan (NW) situs kapal ini semakin besar dan semakin dalam. Hal ini akan memudahkan untuk melokalisir situs arkeologi ketika akan dilakukan ekskavasi karena letak posisi dan kedalamannya diketahui sehingga tidak diperlukan banyak waktu dan biaya (Faridi 1997). Diduga situs kapal ini adalah kapal dagang karena banyak benda pecahan keramik ditemukan disekitar situs kapal ini (Siswanto 2010). Intrusi air laut juga terdeteksi



Gambar 9. Hasil pengukuran geolistrik pada lintasan dua (Sumber: penulis)



Gambar 10. Hasil pengukuran geolistrik pada lintasan tiga (Sumber: penulis)

dari hasil geolistrik ini karena jarak dari garis pantai ke situs kapal kurang lebih berjarak 8 meter, sehingga air laut dapat menyusup masuk ke daratan (Hendrayana 2002).

4. Penutup

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengolahan data geolistrik 2D di lapangan dengan tiga lintasan dapat disimpulkan bahwa identifikasi benda arkeologi berdasarkan hasil inversi program Res2DInv terdapat anomali resistivitas yang besar dibandingkan dengan sekitarnya pada ketiga lintasan tersebut yang memiliki kisaran nilai resistivitas 41,4 – 205 Ωm yang diduga sebagai benda arkeologi berupa kapal karam dengan posisi 21 – 24 meter dari arah barat daya (SW) untuk lintasan satu dan dua dengan kedalaman bervariasi antara 0 – 3 meter dari atas permukaan tanah dan untuk lintasan tiga dengan posisi 18 – 22 meter dari arah barat laut (NW) dengan kedalaman samapai 4 meter dari atas permukaan tanah. Diduga situs kapal ini merupakan kapal dagang karena banyak ditemukan pecahan keramik di sekitar kapal.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kelitbang Geodinamika dan Sumberdaya laut dalam P3SDLPP KKP yang telah membantu dalam pelaksanaan pengukuran geolistrik. Penelitian ini telah dibiayai dari dana Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Perubahan (APBN-P) Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun (KKP) 2015.

Daftar Pustaka

- Abdalla, M.A. 2008. “Effect of Salt Water Intrusion on The Groundwater Resources at Delta of Wadi Kiraf Area, Shaltein, Egypt’.” In *Contributions to Geophysics and Geodesy* 37 (1 (2007)). Bratislava: Earth Science Institute of the SAS.: 71–86.
- Alile, O. M., W.A Molindo, dan M.A Nwachokor. 2007. “Evaluation of Soil Profile on Aquifer Layer of Three Location in Edo State.” *International Journal of Physical Sciences* 2(9): 249–253.
- Bahri. 2005. “Hand Out Mata Kuliah Geofisika Lingkungan Dengan Topik Metoda Geolistrik Resistivitas.” Surabaya: Institut Teknologi Surabaya.
- Clark, A. 1990. “Seeing Beneath the Soil.” In *Prospecting Methods in Archaeology*. London: Batsford.
- Cosentino P., Capizzi P., Fiandaca G., Martorana R, Messina P. and Pellerito S. 2007. “Study and Monitoring of Saltwater Intrusion in the Coastal Area between Mazara Del Vallo and Marsala (South-Western Sicily).” *Water Science and Technology Library* 62. (XVI ISBN 978-1-4020-5923-0). Dordrecht: Springer: 303–21.
- Dian Agus Widiarso; Henarno Pudjihardjo; Wahyu Prabowo. 2012. “Potensi Air Tanah Daerah Kampus UNDP Tembalang” 33 (No. 2). Teknik.
- Dillenia, Ira Nia; Naelul H; Syahrial Nur Amri; Rainer A Troa; Eko Triarso; Joko P. 2012. “Kajian Pengelolaan Sumberdaya Arkeologi Laut Berbasis Ekosistem Pesisir Laut Natuna.” In Hasil Penelitian Terbaik, 88–89. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan.

- FAO -Rome, IT. 1997. *Seawater Intrusion in Coastal Aquifers: Guidelines for Study, Monitoring and Control*. FAO Water Reports. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization (FAO).
- Faridi, A. 1997. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada. 1997. "Penyelidikan Keberadaan Batuan Situs Purbakala Candi Kedulan Dengan Metode Resistivitas." Universitas Gadjah Mada.
- Hasanudin, M. dan D. G. Priambodo. 2009. "Studi Intrusi Air Laut Di Cirebon Dengan Menggunakan Metode Geolistrik." *Segara* 5 (2): 121–133.
- Hendrayana, H. 2002. "Intrusi Air Asin Ke Dalam Akuifer Di Daratan." Yogyakarta.
- Loke, M. H. 1994. "The Inversion of Two-Dimensional Resistivity Data." Birmingham: University of Birmingham.
- , 2004. *Tutorial 2D and 3D Electrical Imaging Surveys*. Birmingham: University of Birmingham.
- Loke, M.H., Acworth I., and Dahlin T. 2003. "A Comparison of Smooth and Blocky Inversion Methods in 2D Electrical Imaging Surveys." *Exploration Geophysics* 34: 182–87.
- Muljana. 2006. *Sriwijaya*. Yogyakarta: LKiS.
- Nurhidayah. 2013. "Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Mengetahui Pencemaran Limbah Pabrik Di Sekitar Sungai Di Daerah Genuk." UNNES Semarang.
- Oswin, J. 2009. "A Field Guide to Geophysics in Archaeology." Chicester: Springer-Praxis Books.
- Palacky, G.J. 1987. 'Resistivity Characteristics of Geologic Targets. In: Nabighian, M.N. (Ed.)" *Electromagnetic Methods in Applied Geophysics Theory 1* (Society of x-ploration Geophysicists). Tulsa: SEG Books.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Intruduction to Applied and Enviromental Geophysics*. Chichester: Jhon Wiley & Sons Ltd.
- Siswanto. 2010. "Temuan Kapal Kuno Di Rembang." *Varuna Jurnal Arkeologi Bawah Air* 4: 1–5.
- Telford. W. M, Geldart. L. P, & Sheriff. R. E. 1990. *Applied Geophysics*. Applied Geophysics. Second Edi. New York: Cambridge and Hall.
- Sumber online:
- Geocis. 2015. "S Field Resistivity Automatic Multichannel (16 CH)". <http://www.geocis.net/file-download/S-FIELD-.pdf>.
- Garmin. 2010. "GPSMAP 78 Series Manual." http://gpscentrs.lv/instrukcijas/GPSMAP_78_OM_EN.pdf.
- <http://landsat.usgs.gov/landsat7.php>.
- Rusmin, Syamsuddin & Lantu. 2015. "Identifikasi Benda Arkeologi Di Kec. Makassar Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger." Accessed November 6. repositori.unhas.ac.id/bitstream/handle.htm.