

# MODEL KARAKTERISTIK LAPISAN BAWAH PERMUKAAN TANAH PULAU LUSI SIDOARJO JAWA TIMUR MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK UNTUK MENDUKUNG WISATA BAHARI

## *SUBSURFACE CHARACTERISTICS MODEL OF LUSI SMALL ISLAND SIDOARJO EAST JAVA BY USING GEOELECTRICAL METHOD TO SUPPORT MARINE TOURISM*

Dino Gunawan Pryambodo, Joko Prihantono & Rudhy Akhwady

Pusat Riset Kelautan, Badan Riset dan Sumberdaya Manusia KP, KKP  
Jl. Pasir putih 1, Ancol Timur Jakarta 14430, Telp: (021) 64713850  
e-mail : dinogunawan77@gmail.com

Diterima tanggal: 19 Mei 2019 ; diterima setelah perbaikan: 21 April 2021 ; Disetujui tanggal: 21 Mei 2021

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang model bawah permukaan tanah (*subsurface*) dibangun berdasarkan nilai resistivitas lapisan tanah Pulau Lusi di Kabupaten Sidoarjo Provinsi Jawa Timur untuk mendukung wisata bahari dalam pembangunan infrastruktur bangunan. Penelitian ini menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger sebanyak 5 titik VES (*vertical electrical sounding*) dengan kedalaman penetrasi 50 m dari permukaan tanah. Selanjutnya, model geolistrik 2D dibuat berdasarkan hasil titik VES tersebut sebanyak 2 lintasan yang saling bersilangan dengan orientasi Utara-Selatan, dan Barat-Timur. Hasil model geolistrik 2D yang diperoleh menunjukkan bahwa secara umum di Pulau Lusi terdapat empat lapisan yang terdiri dari lapisan atas (*topsoil*), lapisan aluvial, lapisan akuifer dan lapisan batuan keras (*bedrock*). Lintasan Utara – Selatan dengan panjang lintasan sejauh 60 m mempunyai lapisan bedrock dengan nilai resistivitas 200-300  $\Omega\text{m}$  terdapat pada kedalaman antara 30 m sampai sekitar 45 m dari permukaan tanah. Lintasan Barat – Timur dengan panjang lintasan sejauh 120 m mempunyai lapisan bedrock dengan nilai resistivitas 200-500  $\Omega\text{m}$  terdapat pada kedalaman antara 7 m sampai sekitar 45 m dari permukaan tanah. Berdasarkan hasil model geolistrik 2D ini, dapat direkomendasikan bahwa sebaiknya bangunan yang akan didirikan di Pulau Lusi adalah bangunan yang terbuat dari kayu dengan memperhatikan estetika dibandingkan jika didirikan bangunan yang terbuat dari beton dan bertingkat. Hal ini dikarenakan lapisan bedrock di Pulau Lusi berada pada kedalaman 15 – 45 meter dari permukaan tanah yang dinilai terlalu mahal jika akan dibangun bangunan yang terbuat dari beton dan bertingkat mengingat pondasi bangunan harus mencapai bedrock yang relatif dalam.

**Kata kunci:** Pulau Lusi, Pulau Buatan, Model Geolistrik 2D, Pondasi Bangunan, Wisata Bahari.

### ABSTRACT

*This study aims to obtain information about the subsurface resistivity model of the soil layer of Lusi small Island in Sidoarjo Regency, East Java Province, to support marine tourism in building infrastructure development. This research uses the Geoelectric Method of Schlumberger configuration as many as 5 VES (vertical electrical sounding) points with a penetration depth of 50 m from the ground. Furthermore, a 2D geoelectric model is made based on the results of the VES point as many as two lines that intersect each other with North-South and West-East orientations. The results of the 2D geoelectric model obtained show that, in general, there are four layers in Lusi Island consisting of the top layer (topsoil), the alluvial layer, the aquifer layer, and the hard rock layer (bedrock). The North-South line with a length of 60 m has bedrock layers with a resistivity value of 200-300  $\Omega\text{m}$  at a depth of between 30 m to about 45 m from the ground. The West-East line with a length of 120 m has bedrock layers with a resistivity value of 200-500  $\Omega\text{m}$  at a depth of 7 m to about 45 m from the ground. Based on this 2D geoelectric model results, we recommend that the buildings on Lusi small Island be wood building that considers aesthetics rather than concrete structure and multi-story. Because the bedrock layer on Lusi Island are at a depth of 15 - 45 meters from the ground level, which is considered too expensive if a concrete building is built considering that the building's foundation must reach bedrock..*

**Keywords:** Lusi small Island, Artificial Island, 2D Geoelectric Model, Building Foundation, Marine Tourism.

## PENDAHULUAN

Pembentukan Pulau Lusi adalah hasil proses sedimentasi dari Kali/Sungai Porong yang terbentuk di bagian hilir atau muara kali tersebut (Pranowo *et al.*, 2006). Sedimentasi di Sungai Porong berasal dari aliran yang disengaja sebagai mitigasi hasil semburan Lumpur Sidoarjo (Pranowo *et al.*, 2006). Lumpur Sidoarjo sendiri mulai menyembur dari perut bumi pada Mei 2006 (Daulay, 2010) yang terjadi pada saat dilakukan pengeboran minyak dan gas di desa Renokenongo, Kabupaten Sidoarjo. Volume semburan pada awal awal terjadinya semburan sekitar 50.000 m<sup>2</sup> per hari, kemudian sampai mencapai 120.000 m<sup>3</sup> per hari (Angraeni *et al.*, 2014) dan kini sudah banyak mengalami penurunan. Pulau Lusi yang pengukurannya pada waktu surut memiliki luasan sekitar 94 Hektar (Prasnja, 2018) yang selama ini dikelola oleh Badan Penanggulangan Lumpur Sidoarjo (BPLS), pada Januari 2017 diserahkan pengelolaan berikut kepemilikannya kepada Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) (Rodiyah & Agustina, 2018) untuk dimanfaatkan sesuai dengan tugas dan fungsinya.

Pariwisata sebagai sub sektor ekonomi merupakan industri terbesar dan tercepat perkembangannya di dunia (Baiquni, 2010). Wisata bahari merupakan jenis wisata minat khusus yaitu dengan mengelola dan memanfaatkan bentang alam laut dan pesisir baik yang dikelola secara langsung seperti berenang, berperahu, snorkeling, diving, maupun tidak langsung seperti piknik, dan olah raga pantai (Rif'an, 2018).

Pulau Lusi dicanangkan sebagai Destinasi Wisata Baru di Sidoarjo. Karena sudah dilakukan penataan lingkungan dengan melakukan penanaman mangrove (Chamdalah *et al.*, 2016) dan penanaman ikan yang cukup berhasil. Pada pulau tersebut didapatkan pula air tanah yang sangat penting karena airnya dapat diminum. Penataan lingkungan yang baik dapat berdampak positif, seperti tanaman penahan erosi, budidaya perikanan dan pulau lumpur ini dapat dikembangkan sebagai kawasan geowisata.

Pulau Lusi saat ini dikelola oleh Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut (DJPRL) Kementerian Kelautan dan Perikanan, yang mengalokasikannya sebagai kawasan wisata alam bahari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membangun model 2-Dimensi vertikal tentang bawah permukaan tanah (*subsurface*), terutama untuk menentukan identifikasi bawah permukaan tanah untuk mendukung wisata

bahari yang akan dikembangkan di Pulau Lusi. Salah satunya adalah pembangunan infrastruktur bangunan di pulau tersebut, di dalam pembangunan infrastruktur perlu adanya informasi tentang bawah permukaan tanah (*subsurface*) sehingga tidak terjadi kesalahan dalam perencanaan pembangunannya.

## BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian dilakukan di Pulau Lusi yang merupakan delta di Sungai Porong di kawasan Tlocor, Desa Kedungpandan, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur (Gambar 1)

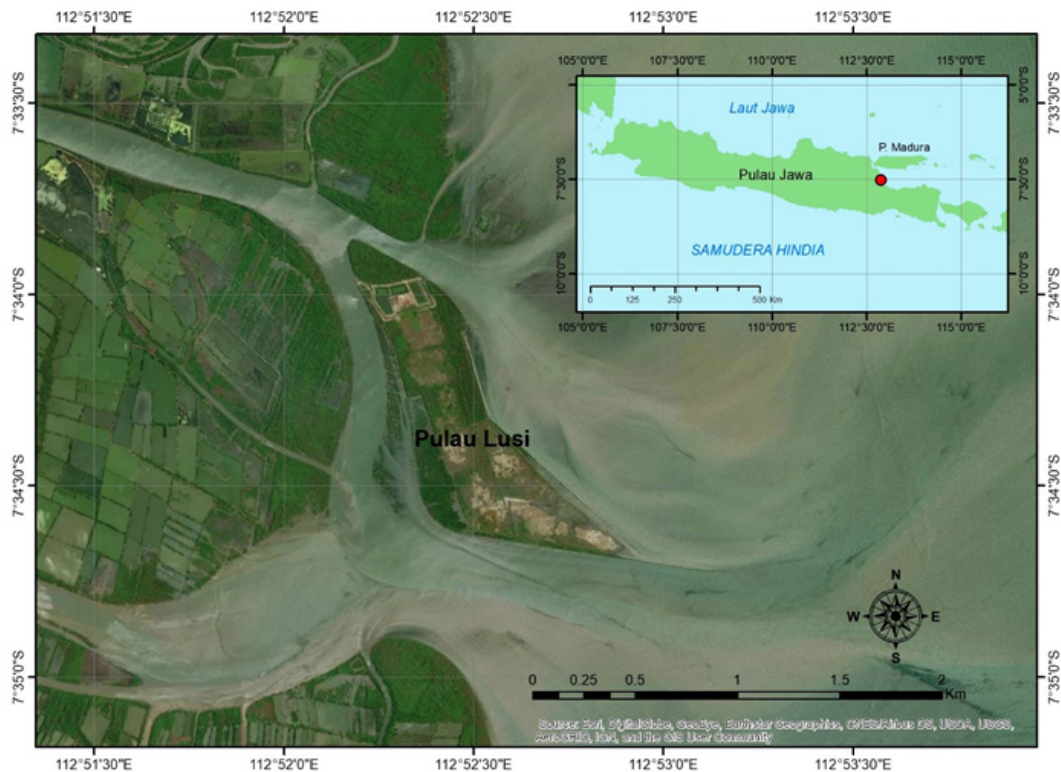
Metode geolistrik adalah salah satu dari metode dalam geofisika yang bertujuan untuk memetakan bagian bawah permukaan tanah melalui sifat kelistrikan batuan (nilai resistivitas) (Amien, 2016). Penggunaan metoda geolistrik sudah ada sejak awal abad ini kemudian mulai banyak dipakai untuk keperluan eksplorasi pada tahun 1970-an. Pertama kali awalnya di Indonesia metode yang banyak dipakai adalah metoda aturan Schlumberger dan Wenner (Pryambodo & Prihantono, 2017).

Pada metoda ini pengambilan data V (beda potensial) dan I (kuat arus) dilakukan mengikuti konfigurasi elektroda yang dibuat oleh aturan Schlumberger dan Wenner (Amin, 2016; Pryambodo & Prihantono, 2017). Aplikasi yang umum dilakukan awalnya adalah untuk eksplorasi air bawah tanah (Kuswanto, 2018).

Pendugaan resistivitas di Pulau Lusi menggunakan beberapa asumsi mengadopsi dari penelitian Kalmiawan *et al* (2000):

1. Bidang di bawah permukaan bumi, terdiri dari lapisan-lapisan dengan ketebalan tertentu kecuali lapisan terbawah memiliki ketebalan yang tidak berhingga.
2. Bidang batas antar lapisan merupakan bidang yang horizontal.
3. Setiap lapisan bersifat homogen isotropis. Homogen isotropis terjadi apabila arus kontinu yang mengalir serba sama di semua tempat, dan yang sifatnya terhadap arus listrik serba sama di semua arah. Nilai resistivitas pada lapisan tersebut kemudian menjadi serba sama di semua arah.

Berdasarkan asumsi di atas maka sifat kelistrikan batuan yang akan di ukur maka alat geolistrik yang digunakan harus dapat menghasilkan arus listrik yang cukup besar atau alat geolistrik tersebut harus cukup peka dalam mendeteksi benda potensial yang kecil



Gambar 1. Lokasi penelitian pulau Lusi.  
 Figure 1. Lusi island research site.

sekali dari respon arus yang di injeksikan ke dalam tanah (Hakim & Manrunlu, 2016).

Pengukuran geolistrik dengan konfigurasi schlumberger seperti terlihat pada gambar 2. menggunakan 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus (A dan B) dan 2 elektroda potensial (M dan N) mengadopsi penelitian Bharti (2016) (Gambar 2).

Hubungan antara resistivitas, beda potensial dan arus untuk susunan elektrode Shlumberger menggunakan persamaan (1) mengadopsi penelitian Yulianto *et al.*

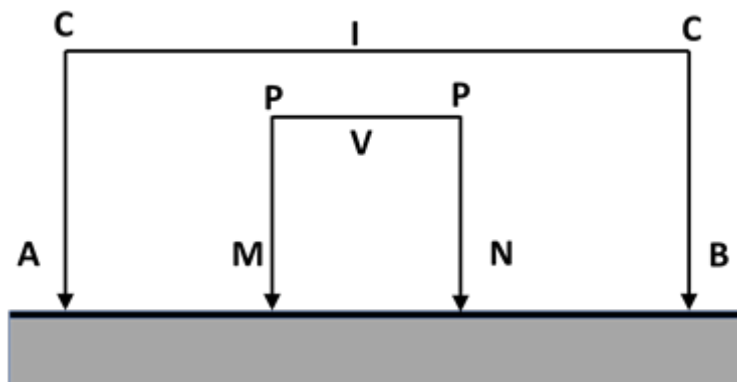
(2008).

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

dimana,

$$K = \frac{\pi}{4} \left[ \frac{(AB)^2 - (MN)^2}{MN} \right]$$

Stratigrafi dari Pulau Lusi didominasi oleh Aluvium merupakan endapan sungai (Sungai Porong, Alo, Rejasa) dan endapan pantai (Selat Madura) dengan unsur batuan Krakal, Krikil, Lempung dan Lumpur. Sebagian berupa pasir kasar-halus yang banyak



Gambar 1. konfigurasi schlumberger.  
 Figure 1. schlumberger configuration.

tercampur cangkang moluska (Santosa & Suwarti, 1992).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran geolistrik berada pada Pulau Lusi, Sidoarjo, Jawa Timur, telah dilakukan dengan jumlah titik pengukuran sebanyak 5 titik VES (*Vertical Electrical Sounding*), lihat Gambar 3, dengan kedalaman tiap titik pengukuran sedalam 50 m di bawah permukaan tanah. Kedalaman pengukuran di Pulau Lusi lebih dalam dari kedalaman pengukuran yang pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya di Kepulauan Karimunjawa yang hanya mencapai kedalaman 30 m (Pryambodo & Prihantono, 2017). Perbedaan tersebut terjadi diduga karena karakter lapisan bawah Pulau Lusi yang merupakan hasil akumulasi sedimen (*aluvium*) sehingga tidak sekeras lapisan bawah tanah di Kepulauan Karimunjawa yang terbentuk utamanya dari koral dan/atau pasir dari hancuran koral (Fitriani & Sunarto, 2015; Pryambodo & Prihantono, 2017).

Berdasarkan hasil pengukuran 5 titik geolistrik (VES) dapat dianalisis menjadi 2 (dua) buah lintasan yaitu, lintasan utara-selatan dan lintasan barat-timur untuk kemudian dibangun model penampang 2-Dimensi vertikal karakter lapisan bawah permukaan tanah di Pulau Lusi.

Model Karakter Lapisan Bawah Permukaan Tanah

Pulau Lusi Penampang Utara – Selatan

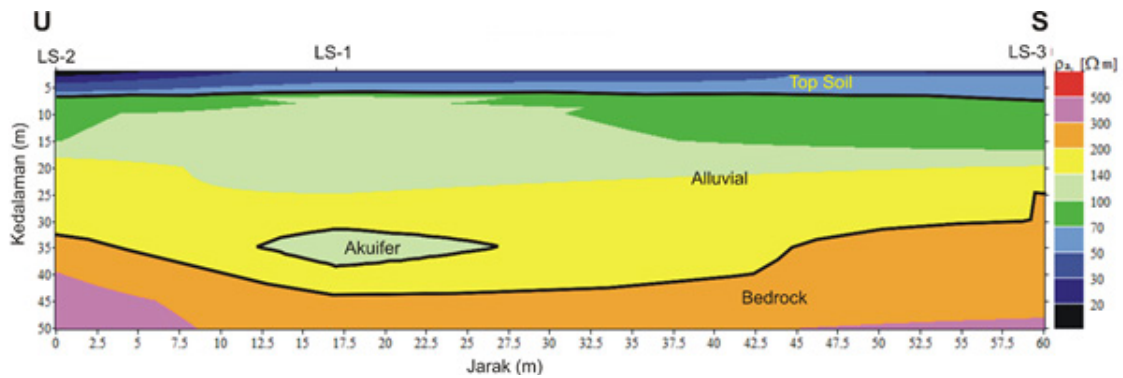
Model karakter ini dibangun berdasarkan hasil pengukuran pada lintasan LS-2, LS-1 dan LS-3 yang berarah utara-selatan. Panjang lintasan adalah 60 meter dengan kedalaman vertikal 50 meter, disajikan pada Gambar 4.

Pada model penampang tersebut diperkirakan ada satu akuifer air tanah dengan nilai resistivitas sekitar 100  $\Omega\text{m}$ . Akuifer air tanah terdapat pada titik LS-1 dengan kedalaman sekitar 30-40 m dari bawah permukaan tanah. Lapisan di atasnya berupa topsoil yang terdiri dari penumpukan lumpur “Kasus Lapindo” yang belum terkompaksi/padat sehingga memberikan nilai resistivitas yang rendah sekitar 20 – 50  $\Omega\text{m}$ , dan kedalaman antara 0 – 5 meter dari atas permukaan tanah. Lapisan Aluvial tampak sangat tebal dengan ketebalan sekitar 25 meter, jelas karena pembentukan aluvial ini terjadinya sangat rutin akibat endapan pantai dan sedimen dari Kali/Sungai Porong.

Lapisan bedrock di Pulau Lusi ini memiliki nilai resistivitas yang tinggi diatas 200  $\Omega\text{m}$ . Hal tersebut terjadi diduga karena bedrock ini berupa batu pasir (sandstone) yang sudah terkompaksi sehingga menjadi keras. Kondisi sedimen pasir juga ditemukan oleh Fitriani dan Sunarto (2015). Lapisan bedrock pada penampang ini terdapat pada kedalaman 32 meter dari atas permukaan tanah pada titik LS-2, semakin kedalam pada titik LS-1 dengan kedalaman sekitar 43 meter



Gambar 3. Titik Lokasi Pengukuran Geolistrik.  
Figure 3. Geoelectrical Measurement Location Points.



Gambar 4. Model karakter lapisan bawah permukaan tanah Pulau Lusi penampang utara-selatan.  
*Figure 4. North-south section of Lusi Island subsurface character model.*

dari atas permukaan tanah, kemudian ke arah selatan semakin menebal dengan kedalaman sekitar 30 meter di titik LS-3.

#### Model Karakter Lapisan Bawah Permukaan Tanah Pulau Lusi Penampang Barat – Timur

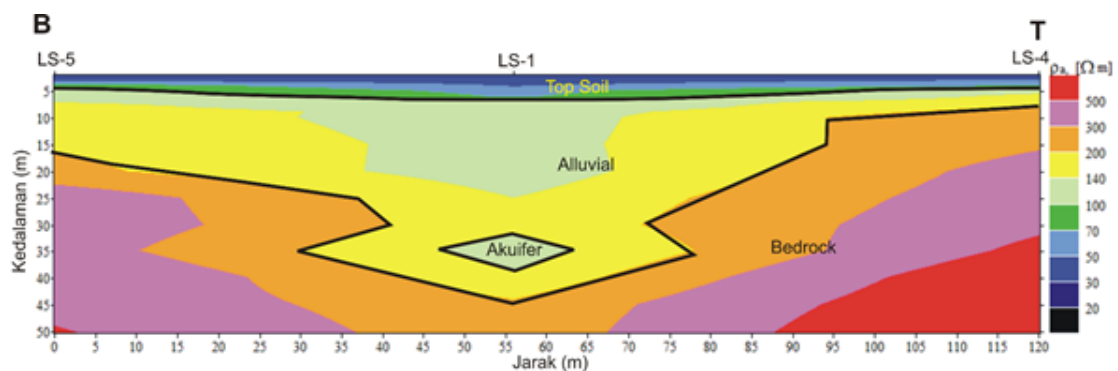
Model karakter ini dibangun berdasarkan hasil pengukuran pada lintasan LS-5, LS-1 dan LS-4 berarah barat-timur dengan panjang lintasan 120 meter dengan kedalaman vertikal 50 meter dari bawah permukaan tanah, lihat Gambar 5.

Model karakter lapisan bawah permukaan tanah di Pulau Lusi pada penampang utara-selatan diperkirakan memiliki 1 akuifer dengan nilai resistivitas sekitar 100  $\Omega\text{m}$ , pada kedalaman dangkal sekitar 0 – 5 meter dari atas permukaan tanah. Pada penampang ini lapisan Aluvial tidak begitu tebal, ketebalan terindikasi sekitar 10 meter di arah barat dan menebal di tengahnya dengan ketebalan sekitar 35 meter, kemudian makin ke arah timur makin menipis dengan ketebalan sekitar 3 meter. Pembentukan aluvial ini diduga kuat terjadi karena endapan pantai dan sedimen dari Kali/Sungai Porong (Fitriani & Sunarto, 2015; Salim *et al.*, 2015). Lapisan bed rock di Pulau Lusi pada penampang barat-

timur ini memiliki nilai resistivitas yang tinggi pula, diatas 200  $\Omega\text{m}$ . Lapisan bedrock ini diduga berupa batu pasir (sandstone) yang sudah terkompaksi sehingga menjadi keras, lihat Gambar 5. Penampang tersebut lapisan bed rock-nya juga terindikasi lebih dangkal dibandingkan dengan penampang utara – selatan, lihat Gambar 4. Pada titik LS-5 di kedalaman sekitar 15 meter, dengan mudah sudah ditemukan bedrocknya, kemudian makin ke arah timur pada titik LS-4, lapisan bedrock ditemukan di kedalaman 7 meter dari atas permukaan tanah, lihat Gambar 5.

Hasil identifikasi jenis batuan bawah permukaan tanah Pulau Lusi, dengan menggunakan metode geolistrik dan berdasarkan metode analisis dari Telford (1990), didapati 4 satuan litologi batuan yaitu topsoil (tanah lapisan atas), *aluvial*, *akuifer*, dan *bed rock* (batuan dasar) seperti dalam Tabel 1.

Litologi pembentukan Pulau Lusi terdiri dari topsoil (lapisan atas) yang berupa penumpukan lumpur “Lapindo” yang belum terkompaksi/padat dan terisi oleh fluida dari Kali/Sungai Porong, sehingga secara umum memberikan nilai resistivitas yang rendah sekitar 20 – 50  $\Omega\text{m}$ . Litologi Aluvial di Pulau Lusi, dapat



Gambar 5. Model karakter lapisan bawah permukaan tanah Pulau Lusi penampang barat-timur.  
*Figure 5. The subsurface character model of Lusi Island from west-east section.*

Tabel 1. Nilai tahanan jenis batuan di Pulau Lusi dari hasil penelitian ini  
 Table 1. The value of rock type resistance on Lusi Island from the results of this study

No	Tahanan Jenis ( $\Omega$ m)	Litologi
1	20 – 50	topsoil
2	70 – 200	aluvial
3	100 – 140	akuifer
4	> 200	bed rock

dikategorikan sebagai aluvial tebal dengan kedalaman rata-rata mencapai sekitar 40 meter di tengah Pulau Lusi. Aluvial tersebut merupakan endapan pantai dan hasil sedimentasi dari Kali/Sungai Porong yang belum terkompaksi dengan sempurna.

Litologi selanjutnya berupa akuifer yang berbentuk lensa. Akuifer di Pulau Lusi ini diperkirakan merupakan akuifer yang terbentuk di lapisan Aluvial, sehingga potensinya kurang ekonomis untuk mendapatkan jumlah debit air tawar. Hal tersebut diduga karena akuifer di Pulau Lusi bukan merupakan sistem akuifer yang menerus (Sabtanto *et al.*, 2007; Pryambodo *et al.*, 2016).

Litologi untuk lapisan yang paling dalam, di bawah tanah Pulau Lusi, berupa *bed rock* (batuan dasar), yang komposisinya berupa batu pasir yang sudah terkompaksi menjadi keras, sehingga nilai tahanan jenis dari pembacaan geolistriknya menjadi tinggi, yakni diatas 200  $\Omega$ m.

### Rekomendasi Pengembangan Wisata Bahari di Pulau Lusi Berdasarkan Karakter Lapisan Bawah Permukaan Tanahnya

Ketika suatu pulau yang semula kosong, kemudian akan ditinggali manusia, atau akan dipergunakan untuk kegiatan/aktivitas perekonomian tertentu seperti kegiatan wisata alam ekologi bahari, maka diperlukan suatu pembangunan fasilitas dan pemenuhan kebutuhan air tanah.

Pulau Lusi yang ditargetkan sebagai salah satu tujuan wisata bahari di kabupaten Sidoarjo, maka memerlukan bangunan infrastruktur di pulau tersebut. Salah satu hal paling penting dalam perencanaan pembangunan infrastruktur adalah menentukan kedalaman dari pondasi suatu bangunan. Pondasi dari struktur bangunan harus mencapai tanah keras/batuan dasar (*bed rock*), dimana kondisi batuan yang dicari adalah yang sangat keras dan belum mengalami pelapukan, sehingga bangunan di atasnya tidak akan mengalami penurunan level (*ambblas*) akibat beban bangunan di

atasnya (Syamsurizal *et al.*, 2013).

Berdasarkan hasil penelitian karakteristik lapisan bawah permukaan tanah ini, infrastruktur yang layak dibangun di Pulau Lusi, sebagai fasilitas penunjang wisata bahari, yang direkomendasikan adalah infrastruktur berbahan dasar kayu. Bahan dasar ini bebannya tidak terlalu berat. Bangunan dari bahan dasar batu/beton, dan bertingkat, sangat tidak direkomendasikan, karena Pulau Lusi memiliki litologi yang belum terkompaksi sempurna secara alamiah. Litologi Pulau Lusi menjadi belum stabil, sehingga tidak mampu menahan beban bangunan yang berat menyebabkan *subsidence* (*ambblas*).

Sementara ini, Pulau Lusi bukan merupakan pulau yang memiliki penghuni yang tinggal menetap, sehingga bangunan minim, dan belum ada konflik permasalahan yang timbul antara dampak dari akuifer yang dangkal dengan pengambilan air tanah oleh manusia. Berbeda dengan yang terjadi di Pulau Karimunjawa yang berpenghuni jauh lebih banyak. Konflik antara alam dan manusia terjadi dengan adanya intrusi air laut yang mulai masuk kedalam akuifer dangkalnya, yang berbentuk lensa-lensa, sebagai akibat dari pengambilan air tanah yang berlebihan (Pryambodo & Prihantono, 2017). Lensa akuifer yang berada di dalam lapisan aluvial di Pulau Lusi, juga pernah ditemukan di dalam akuifer pantai seperti di pesisir utara Semarang, dimana permasalahan yang timbul juga sama yakni adanya intrusi air laut akibat adanya pengambilan air tanah yang berlebihan (Pryambodo *et al.*, 2016).

Ketika aktivitas wisata bahari di Pulau Lusi direncanakan ditingkatkan, maka diperlukan perhitungan daya dukung dan daya tampung jumlah wisatawan (Hayati *et al.*, 2020). Berdasarkan jumlah wisatawan yang mampu ditampung oleh daya dukung Pulau Lusi, maka selanjutnya perlu dilakukan program pemenuhan air tawar yang bukan dari air tanah, seperti memanen air hujan (Maryono, 2020). Pengambilan air tanah di Pulau Lusi mungkin tetap dapat dilakukan dengan cara pengambilan air tanah yang terkendali, dengan melihat



Gambar 6. Kondisi eksisting bangunan infrastruktur di Pulau Lusi. Jembatan Kayu (A & C). Monumen Ikonik Pulau Lusi (B). Bangunan jalan semen dan batu dan selokan jalan (D). Sumber: KKP (2018)..

Figure 6. Existing condition of infrastructure buildings on Lusi Island. Wooden Bridge (A & C). Lusi Island Iconic Monument (B). Cement and stone road building and road ditch (D). Source: KKP (2018).

berbagai aspek, sehingga permasalahan intrusi air laut bisa dicegah (Pryambodo *et al.*, 2016).

Model karakter lapisan bawah permukaan tanah di Pulau Lusi sangat sejalan dengan fakta yang ditemukan oleh Fitriani & Sunarto (2017). Menurut penelitian Fitriani & Sunarto (2017) komposisi sedimen di sekitar Kali/Sungai Porong dan Pulau Lusi adalah ukuran butir pasir sangat halus hingga pasir kasar, bahkan ditemukan juga adanya kerikil. Kondisi tersebut merupakan kondisi tanah yang cocok untuk tumbuhnya mangrove mulai dari spesies *Avicennia marina*, *Avicennia alba*, *Avicennia eucalyptifolia*, *Bruguiera Clyndrica*, *Sonneratia casiolearis*, dan *Rhizophora mucronate* (Fitriani & Sunarto, 2015). Kecocokan tersebut juga ditemukan oleh Saputra & Khakim (2015), di sekitar muara Sungai Porong yang tentunya mendapatkan akumulasi sedimen, dimana berdasarkan citra satelit terjadi peningkatan tutupan mangrove di sekitar Muara Sungai Porong dari semula sekitar 13% di tahun 2003, meningkat menjadi sekitar 20% di tahun 2013/2014. Mangrove di Pulau Lusi merupakan objek wisata alam ekologis bahari yang memiliki prospek dikembangkan lagi di masa depan. Secara teoritik, mangrove juga dapat berfungsi mengurangi tingkat intrusi air laut (Salim *et al.*, 2016), sehingga diharapkan di masa mendatang, tampungan air tawar di dalam topsoil di Pulau Lusi dapat meningkat. Beberapa fasilitas bangunan pendukung wisata bahari yang bukan beton

telah dibangun, lihat Gambar 6. Fasilitas bangunan kayu (bukan beton) bisa ditambahkan jumlahnya kemudian, di masa mendatang, setelah dilakukan analisis prediksi perkembangan jumlah wisatawan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Pada penelitian ini telah berhasil dibuat model geolistrik 2D berdasarkan data VES. Model ini menunjukkan karakteristik lapisan bawah permukaan tanah Pulau Lusi yang secara umum memiliki karakteristik empat lapisan, yaitu lapisan top soil, lapisan aluvial, lapisan akuifer, dan lapisan bedrock. Penampang geolistrik 2D yang diperoleh menunjukkan karakteristik lapisan tanah hingga 50 meter dari permukaan tanah dan menunjukkan bedrock di Pulau Lusi berada pada kedalaman yang bervariasi dengan kisaran 15 – 45 meter dari permukaan tanah.

Berdasarkan hal tersebut, kami merekomendasikan untuk tidak membangun gedung dari beton yang bertingkat karena dinilai biaya yang dikeluarkan akan terlalu mahal mengingat pondasi bangunan harus mencapai bedrock yang relatif dalam di sebuah pulau kecil ini. Selain itu dapat dimungkinkan lapisan tanah permukaan yang merupakan tanah endapan lumpur belum stabil dan tidak mampu menahan beban bangunan yang berat. Akan lebih baik jika bangunan yang akan didirikan di pulau ini adalah bangunan yang

terbuat dari kayu yang mempertahankan estetika yang dapat menarik minat wisatawan untuk berwisata di pulau tersebut.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada kepala Pusat Riset Kelautan BRSDM KP atas bantuan dan fasilitas yg diberikan. Terakhir, kepada Bapak Widodo S. Pranowo selaku ketua Dewan Redaksi Jurnal Kelautan Nasional bersama jajarannya, serta pihak reviewer, kami ucapkan terima kasih atas segala saran perbaikannya hingga tulisan ini dapat diterbitkan. Dino Gunawan Pryambodo, Joko Prihantono dan Rudy Akhwadi adalah sebagai kontributor utama.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amien, S. (2016). Penyelidikan Hidrogeologi Dengan Metode Geolistrik Schlumberger di Kecamatan Hampan Perak, Deli Serdang, Sumatera Utara. *Journal of Electrical Technology*, 1(2): 22-26.
- Angraeni, G., Suntoyo., & Zikra, M. (2014). Analisa Perubahan Kualitas Air Akibat Pembuangan Lumpur Sidoarjo Pada Muara Kali Porong. *Jurnal Teknik Pomits*, 2(1): 1-5.
- Baiquni, M. (2010). Pariwisata Berkelanjutan Dalam Pusaran Krisis Global, Bali. Udayana University Press.
- Bharti, R. (2016). The Vertical Electrical Sounding (VES) Procedure to Delineate Potential Groundwater Aquifers in Guna Madhya Pradesh. *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*, 2(4), 253-256.
- Chamdalah, S., Ikhwan, H., & Wahyudi. (2016). Studi Pengembangan Pulau Lumpur Sarinah Kabupaten Sidoarjo Sebagai Geo-Ecotourism. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2)
- Daulay, P. (2010), Survival Mechanism Victim Household of Lumpur Lapindo In Sidoarjo -Jawa Timur. *Jurnal Organisasi Dan Manajemen*, 6(1): 74-88.
- Fitriani, A. K. N., & S. Sunarto. (2015). Kajian Karakteristik Sedimen Di Muara Sungai Porong, Sidoarjo Terhadap Perkembangan Ekosistem Mangrove. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(1), 53-62.
- Hakim., & Manrulu, R. H. (2016). Aplikasi Konfigurasi Wenner Dalam Menganalisa Jenis Material Bawah Permukaan. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 5(1), 95-103.
- Hayati, Y., Adrianto, L., Krisanti, M., Pranowo, W. S., & F. Kurniawan. (2020). Magnitude and tourist perception of marine debris on small tourism island: Assessment of Tidung Island, Jakarta, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 158 (2020) 111393.
- Kalmiawan, P., Sismanto, A., & Suparwoto. (2000). Survey of resistivity method to investigate the Krakal Hot Spring in Desa Krakal, Kec. Alian, Kab. Kabumen, Prop. Jawa Tengah. Bandung: *Prosiding PIT HAGI ke-25*.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018). Ayo Berwisata ke Pulau Lusi, Eksotisnya Ekowisata Mangrove Jawa Timur. Balai Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Laut Denpasar. <https://kkp.go.id/djprl/bpspldenpasar/artikel/3157-ayo-berwisata-ke-pulau-lusi-eksotisnya-ekowisata-mangrove-jawa-timur> [diakses 2021-04-18].
- Kuswanto, A., Garinas, W., & Zikri, S. (2018). Proses Pengambilan Data dan Penmanfaatan Geolistrik Metode 4-D untuk Pemetaan Geologi Bawah Permukaan. *M.I.P.I*, 12(1), 47-56.
- Maryono, A. (2020). *Memanen Air Hujan*. Gadjah Mada University Press. ISBN: 978-702-386-089-0.
- Pranowo, W. S., Prihantono, J., & Supangat, A. (2006). *Hidro-Oseanografi Selat Madura: Dalam Rangka Kasus Lapindo Brantas. Laporan Teknis tidak dipublikasikan*. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumberdaya Non-Hayati, Badan Riset Kelautan & Perikanan, Departemen Kelautan & Perikanan. 48 halaman.
- Prasinja, Y. (2018). Peran Masyarakat Dalam Pengelolaan Ekominawisata Pulau Lusi, Kabupaten Sidoarjo. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(2), 123-129.
- Pryambodo, D. G., Prihantono, J., & Supriyadi. (2016). Zonasi Intrusi Air Asin Dengan Kualitas Fisik Air Tanah Di Kota Semarang. *Jurnal Kelautan Nasional*, 11(2), 89-96.



- Pryambodo, D. G., Prihantono, J. (2017). Pendugaan Air Payau Dengan Tomografi Geolistrik Di Pulau Karimunjawa Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Nasional*, 12(1), 27-32.
- Rif'an, A. A. (2018). Daya Tarik Wisata Pantai Wediombo Sebagai Alternatif Wisata Bahari di Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Geografi*. 10(1), 63-73.
- Rodiyah, I., & Agustina, I. F. (2018). Komitmen Pemerintah Daerah Dalam Pengembangan Ekowisata Di Kabupaten Sidoarjo. *PUBLISIA: Jurnal Ilmu Administrasi Publik Volume*, 3(2).
- Sabtanto, J. S., Gunradi, R., & Ramli, Y. R. (2007). *Geokimia Sebaran Unsur Logam Pada Endapan Lumpur Sidoarjo*. Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung
- Salim, A. G., Siringoringo, H. H., & Narendra, B. H. (2016). Pengaruh Penutupan Mangrove Terhadap Perubahan Garis Pantai Dan Intrusi Air Laut di Hilir DAS Ciasem dan DAS Cipunegara, Kabupaten Subang. *J. Manusia & Lingkungan* 2(3), 319-326.
- Santosa, S., & Suwanti, T., (1992), *Peta Geologi Lembar Malang, Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Saputra, J.P., & N. Khakim. (2015). Citra Penginderaan jauh Untuk Pemetaan Perubahan Tutupan Mangrove di Muara Sungai Porong. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(1), 1-7.
- Syamsurizal., Cari., & Darsono. (2013). Aplikasi Metoda Resistivitas Untuk Identifikasi Litologi Batuan Sebagai Studi Awal Kegiatan Pembangunan Pondasi Gedung. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 3(1), 99-106.
- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. Second Edition, Cambridge and Hall, New York.
- Yulianto, T., & Widodo, S. (2018). Identifikasi Penyebaran Dan Ketebalan Batubara Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas (Studi Kasus Daerah X Kabupaten Kutai Kertanegara Kalimantan Timur). *Berkala Fisika*, 11(2), 59-66.

