

PENENTUAN KEDALAMAN LAPISAN *BEDROCK* DI KAWASAN REKLAMASI KOTA MAKASSAR DENGAN METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS KONFIGURASI WENNER-SCHLUMBERGER

Syamsuddin, Titien Haryani*, Riyadi, Marniati Ramli, Sabrianto Aswad

Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia

*Corresponding author. Email: titienharyani1427@gmail.com

Manuscript received: 11 November 2020; Received in revised form: 9 February 2021; Accepted: 23 February 2021

Abstrak

Lapisan tanah suatu daerah tergantung dari kondisi lapisan geologi dan iklim. Hal tersebut mengakibatkan kondisi struktur lapisan tanah di daerah reklamasi Kota Makassar beraneka ragam. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi batuan dasar (*bedrock*) berdasarkan nilai resistivitas batuan di kawasan reklamasi Kota Makassar. Metode yang digunakan dalam akuisisi data adalah metode geolistrik resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger sebanyak dua lintasan. Panjang masing - masing lintasan yaitu 150 meter dengan jarak antar elektroda 5 meter. Data pengukuran menggunakan perangkat lunak Res2DInv sehingga menghasilkan penampang 2D data resistivitas batuan serta Pseudo 3D untuk menghasilkan penampang 3D. Hasil pengolahan data menunjukkan lapisan *bedrock* berada pada kedalaman antara 35 m – 52,4 m dengan nilai resistivitas pada lintasan 1 sekitar 16,5 – 42,4 Ωm dan pada lintasan 2 sekitar 35 – 110 Ωm . Dari hasil penampang resistivitas diduga terdapat tiga lapisan. Lapisan pertama berupa sedimen reklamasi pada kedalaman bervariasi 1,25 – 12,9 meter, lapisan kedua didominasi oleh pasir sampai *silty sand* (pasir berlanau) pada kedalaman bervariasi 20,5 – 32,6 meter, serta lapisan ketiga dengan kedalaman 32,6 – 52,4 meter diinterpretasikan sebagai lapisan *bedrock* berupa batugamping koral dengan rentang nilai resistivitas 12,3 – 110 Ωm .

Kata Kunci: *Bedrock*; Reklamasi Kota Makassar; Resistivitas; Wenner-Schlumberger.

Abstract

The soil layer of an area depends on the condition of geology layers and climate. This resulted in the variation of condition of soil layer structure in the reclamation area of Makassar. The research aims to identify bedrock based on rock resistivity value in Makassar City reclamation area. The method used in data acquisition is the geoelectric resistivity method of the Wenner-Schlumberger configuration by as many as two lines. The line length is 150 m with a distance between the electrodes 5 m. The measurement data obtained by using the RES2DINV software resulted in a 2D cross-section of rock resistivity data as well as Pseudo 3D to produce a 3D cross section. The results of data processing show that the bedrock layer is at a depth between 35 – 52.4 m with a resistivity value in the first line around 16.5 - 42.4 Ωm and the second line is 35 – 110 Ωm . From the results of the resistivity section, it is suspected that there are three layers. The first layer is reclaimed sediment at varying

depths of 1.25 – 12.9 meters, the second layer is dominated by sand to silty sand at varying depths of 20.5 – 32.6 meters, and the third layer with a depth of 32.6 – 52.4 meters is interpreted as a bedrock layer in the form of coral limestone with a resistivity value range 12.3 – 110 Ω m.

Keywords: Layer Bedrock; Reclamation Makassar City; Resistivity; Wenner-Schlumberger.

Pendahuluan

Metode geolistrik adalah salah satu metode geofisika yang didasarkan pada penerapan konsep kelistrikan pada masalah kebumihan. Untuk mengetahui secara optimal kondisi bawah permukaan sebagai landasan dalam melakukan reklamasi diperlukan suatu metode yang efektif agar dapat memetakan struktur bawah permukaan bumi berdasarkan variasi nilai resistivitas di daerah reklamasi maka dimanfaatkanlah metode geolistrik. Metode ini dapat mengetahui batuan dasar bawah permukaan yang nantinya dapat membantu masyarakat maupun pemerintah Kota Makassar sebagai acuan rancangan pembangunan yang cukup matang di kawasan reklamasi agar kerusakan dini dapat diminimalisir.

Geologi Regional

Kota Makassar berupa daratan pantai yang dijumpai di sebelah barat dan utara poros jalan utama Kota Makasar – Kabupaten Maros dan berbatasan langsung dengan daratan sungai. Batuan gunungapi Formasi Camba yang terdiri dari batuan breksi, lava, konglomerat, dan tufa yang mendominasi lapisan batuan dasar (*bedrock*) di Kota Makassar.

Berdasarkan peta geologi, Kota Makassar secara umum disusun oleh batuan berikut:

1. Satuan Alluvial, penyebaran satuan batuan alluvial meliputi sekitaran dataran sampai pantai dengan luas

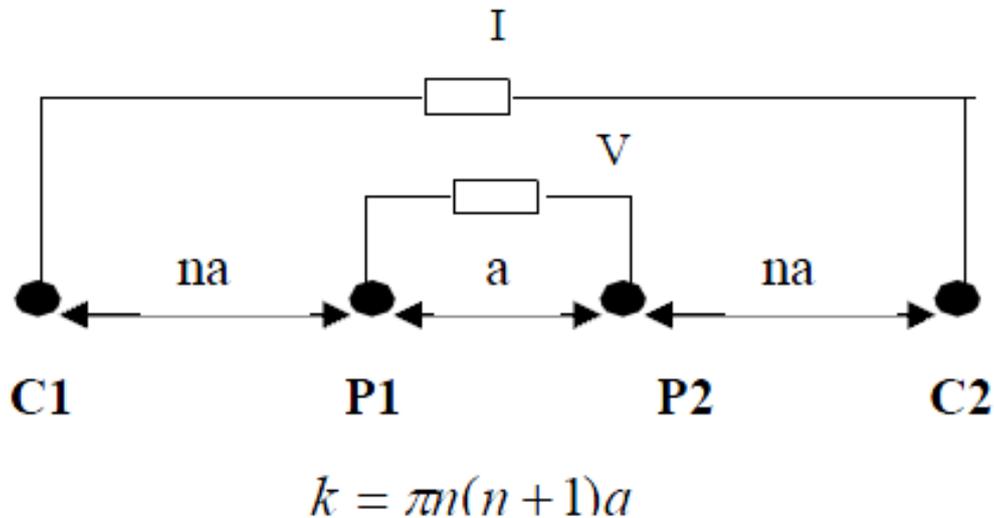
11.693,83 ha hampir di seluruh wilayah Kota Makassar.

2. Satuan Basal, batuan ini tersebar di dua wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Biringkanaya dengan luas 25,027 ha dan Kecamatan Tamalate dengan luas sekitar 3,201 ha.
3. Batuan sedimen laut berselingan batuan gunungapi Bawakaraeng, dan Formasi Camba yang terdiri dari konglomerat, lava, tufa dan breksi hasil erupsi dari Gunung api Batturappe – Cindako. Penyebaran satuan batuan breksi dan tufa terdapat di wilayah Kecamatan Tamalate, Kecamatan Biringkanaya, serta wilayah Kecamatan Pannakukang (Soehaimi, 2009).

Daerah pantai Kota Makassar tersusun atas batuan yang berasal dari Formasi Camba berupa satuan batu pasir, tufa, breksi serta batu lempung yang berumur Miosen tengah sampai Miosen akhir.

Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Wenner-Schlumberger merupakan suatu gabungan antara Konfigurasi Wenner dan Schlumberger. Konfigurasi Wenner-Schlumberger juga memiliki cakupan horizontal sedikit lebih baik dibandingkan dengan Konfigurasi Wenner. Pada Gambar 1 menunjukkan susunan konfigurasi elektroda pada akuisisi data Wenner-Schlumberger (Telford et al., 1990).



Gambar 1. Susunan elektroda Konfigurasi Wenner-Schlumberger.

Hukum Ohm menyatakan bahwa beda potensial yang timbul di ujung-ujung suatu medium berbanding lurus dengan arus listrik yang mengalir pada medium dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Formula dari kedua pernyataan Ohm di atas, dapat dituliskan sebagai berikut (Pratama dkk., 2019):

$$V \propto I \text{ atau } V = I \cdot R \quad (1)$$

$$R \propto \frac{L}{A} \text{ atau } R = \rho \frac{L}{A} \quad (2)$$

Perhitungan resistivitas semu pada tahanan jenis menggunakan persamaan sebagai berikut (Gerkens, 1988):

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

dengan K adalah faktor geometri dari konfigurasi elektroda yang digunakan di lapangan.

Berdasarkan jarak spasi antar elektroda, faktor geometri Konfigurasi Wenner-Schlumberger menjadi sebagai berikut (Saputra dkk., 2020):

$$K = \pi(n + 1)a \quad (4)$$

sehingga *Apparent Resistivity* untuk Konfigurasi Wenner-Schlumberger adalah

$$\rho = \pi(n + 1)a \frac{\Delta V}{I} \quad (5)$$

keterangan:

ρ = *Apparent Resistivity* (Ωm)

a = Jarak spasi elektroda (m)

I = Arus (A)

ΔV = Beda potensial (V)

Metodologi Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dan akuisisi data geolistrik resistivitas dilakukan pada hari Kamis, 16 Juli 2020 dengan cara pengamatan dan pengukuran secara langsung di kawasan reklamasi Kota Makassar tepatnya di *Center Point of Indonesia* (CPI), Ciputra Yasmin (Gambar 2).

Peralatan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alat berupa satu set alat geolistrik *Multi Channel Geomative*, elektroda (*stainless steel*), kabel, roll meter, palu geologi, GPS (*Global Positioning System*), aki, kompas, alat safety, serta perangkat lunak berupa *software Res2DInv*, *Oasis Montaj* dan *Google EarthPro*, *Microsoft Excel*.



Gambar 2. Peta Lintasan Pengukuran.

Rancangan Penelitian

Tahapan penelitian, seperti pada Gambar 3, meliputi studi literatur berupa peta geologi dan referensi lainnya, penentuan lokasi dan survei lapangan, serta penentuan parameter lapangan. Untuk memperoleh gambaran struktur bawah permukaan secara lateral digunakan Konfigurasi Wenner-Schlumberger. Pada masing – masing elektroda digunakan jarak sebesar 5 m pada satu lintasan. Data yang diperoleh pada alat *resistivity* meter berupa nilai arus dan tegangan serta dilakukan pengukuran koordinat dan elevasi di lapangan.

Untuk memperoleh nilai resistivitas semu (*Apparent Resistivity*), dilakukan proses pengolahan data di Microsoft Excel dengan memasukkan nilai arus, tegangan dan faktor geometri. Data tersebut digabungkan dengan data topografi, kemudian diolah pada *software* Res2DInv dengan *tools* inversi *least square* sehingga memperoleh hasil penampang resistivitas.

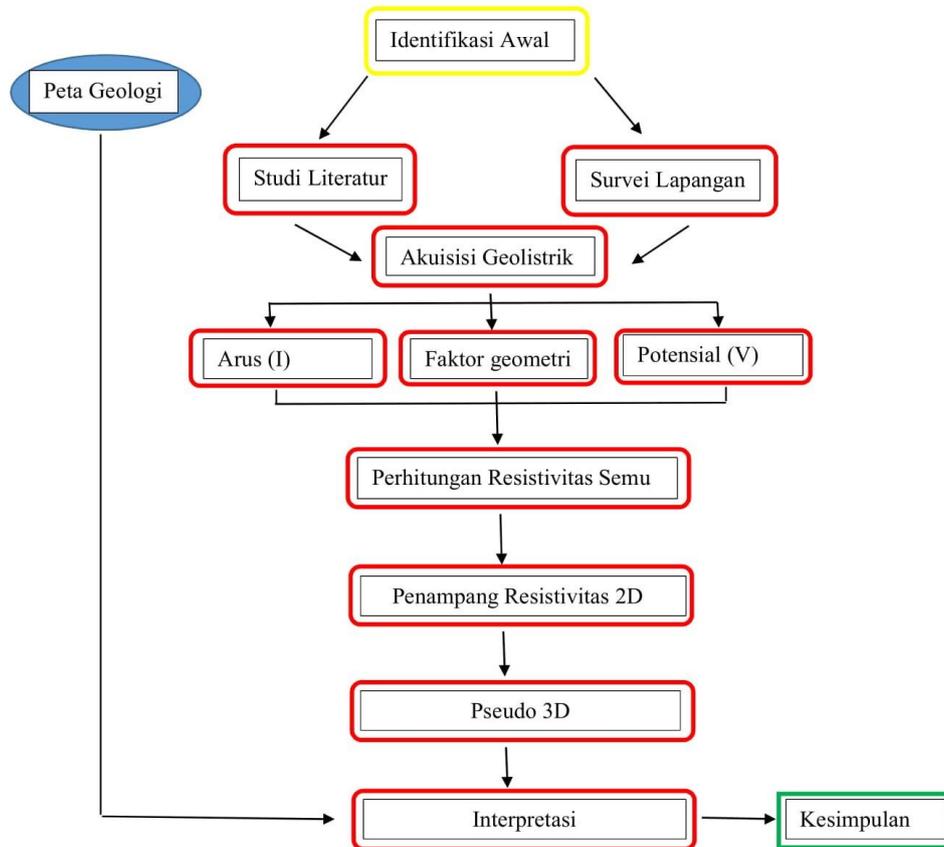
Tabel 1. Nilai Resistivitas Batuan (Telford et al., 1990).

Material	Resistivitas (Ωm)
Air Tanah	0,5 – 150
Lempung	1 – 100
Pasir	1 – 1000
Andesit	100 – 200
Aluvium	10 – 800
Breksi	75 – 200
Kerikil	100 – 600
Batu Pasir	200 – 8000
Gamping	50 – (1 x 10 ⁷)
Grasite	5 x 10 ³ – 10 ⁶
Basalt	10 ³ – 10 ⁶
Slate	6 x 10 ² – 4 x 10 ⁷
Sandstone	8 – 4 x 10 ³
Shale	20 – 2 x 10 ³
Limestone	5 – 4 x 10 ²
Tufa Vulkanik	20 – 100
Lava	100 – 5 x 10 ⁴
Konglomerat	6 x 10 ³ – 2 x 10 ⁴

Proses iterasi dilakukan sebanyak 5 kali iterasi, berguna menurunkan nilai RMS *error* data. Hasil yang diperoleh berupa

penampang resistivitas bawah permukaan 2D dan *software* Oasis Montaj Pseudo 3D berupa gabungan penampang resistivitas 3D. Dengan mengacu pada nilai

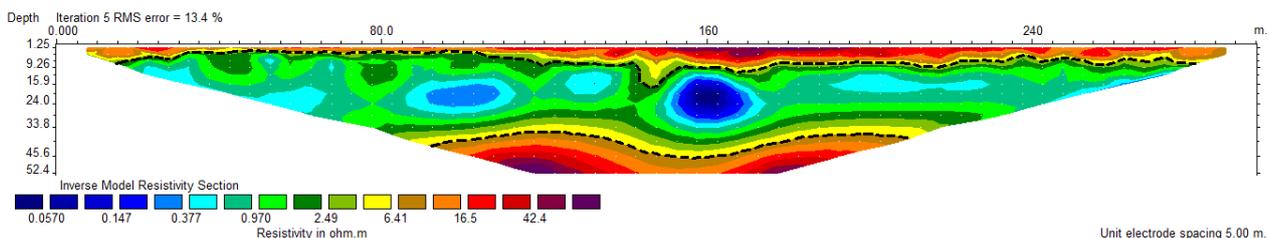
resistivitas jenis batuan seperti pada Tabel 1 maka akan menunjukkan jenis batuan, sifat dan letak batuan di bawah permukaan pada daerah penelitian.



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian.

Hasil dan Pembahasan

Lintasan 1



Gambar 4. Penampang Resistivitas Lintasan 1.

Lintasan satu titik awal berada pada titik koordinat $5^{\circ}8'32,51''$ LS dan $119^{\circ}24'2,04''$ BT serta titik koordinat akhir pada $5^{\circ}8'42,13''$ LS dan $119^{\circ}24'1,79''$ BT. Hasil penampang resistivitas yang didapatkan dari pengolahan data inversi pada lintasan 1 dengan melakukan iterasi sebanyak 5 kali maka diperoleh nilai RMS

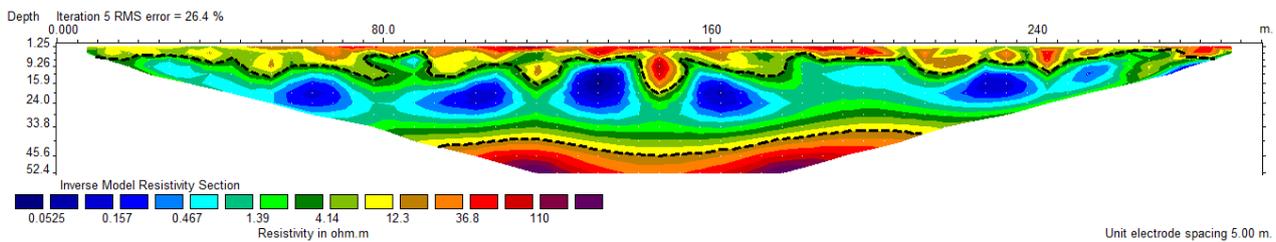
error sebesar 13,4% dengan kedalaman 52,4 meter. Pada pengolahan data menggunakan Konfigurasi Wenner-Schlumberger.

Gambar 4. menunjukkan rentang nilai resistivitas yang diperoleh yaitu 0,0570 – 42,4 Ω m. Berdasarkan hasil analisis dan

interpretasi, pada kedalaman sekitar 35 – 52,4 meter ditandai gradasi warna jingga sampai ungu gelap dengan nilai resistivitas 16,5 – 42,4 Ωm diinterpretasikan sebagai batuan *bedrock* atau batuan dasar. Gradasi warna jingga hingga ungu juga terlihat pada kedalaman 1,25 – 15 meter dari permukaan bumi tapi tidak dikategorikan sebagai batuan dasar, hal ini disebabkan karena adanya pemadatan tanah di permukaan daerah reklamasi sehingga nilai resistivitas yang terukur cukup besar. Lapisan pertama dengan rentang nilai resistivitas 4,25 – 45 Ωm pada kedalaman bervariasi 1,25 – 10,5 meter dari permukaan bumi berupa *original ground*

surface didominasi oleh pasir sampai dengan *silty sand*. Lapisan kedua berada pada kedalaman bervariasi 24,6 - 34,1 meter dengan nilai resistivitas 0,0570 – 2,49 Ωm berupa lapisan lempung (*clay*). Lapisan ketiga merupakan lapisan terbawah mulai dari kedalaman 35 – 52,4 meter dengan nilai resistivitas 6,41 – 42,4 Ωm berupa batugamping koral. Lapisan ini merupakan lapisan yang tidak terpengaruhi oleh air asin, hal ini terlihat dengan nilai resistivitas yang tinggi dan kemungkinan lapisan di atasnya termasuk lapisan kedap air (permeabilitas sangat kecil) sehingga air asin tidak dapat melaluinya.

Lintasan 2



Gambar 5. Penampang Resistivitas Lintasan 2.

Lintasan 2 berada pada titik koordinat $5^{\circ}8'36,52''\text{LS}$ dan $119^{\circ}23'57,18''\text{BT}$ hingga pada titik koordinat $5^{\circ}8'38,40''\text{LS}$ dan $119^{\circ}24'6,57''\text{BT}$. Lintasan ini memiliki panjang bentangan dari arah barat ke timur sebesar 150 meter dengan menggunakan spasi elektroda 5 meter. Penampang resistivitas hasil pengolahan data dari lintasan 2 setelah 5 kali iterasi dengan kedalaman 52,4 meter. Pada pengolahan data menggunakan Konfigurasi Wenner-Schlumberger.

Diinterpretasikan terdapat 3 lapisan berdasarkan nilai resistivitas yang telah diikat dengan informasi data pendukung, kondisi tanah serta litologinya.

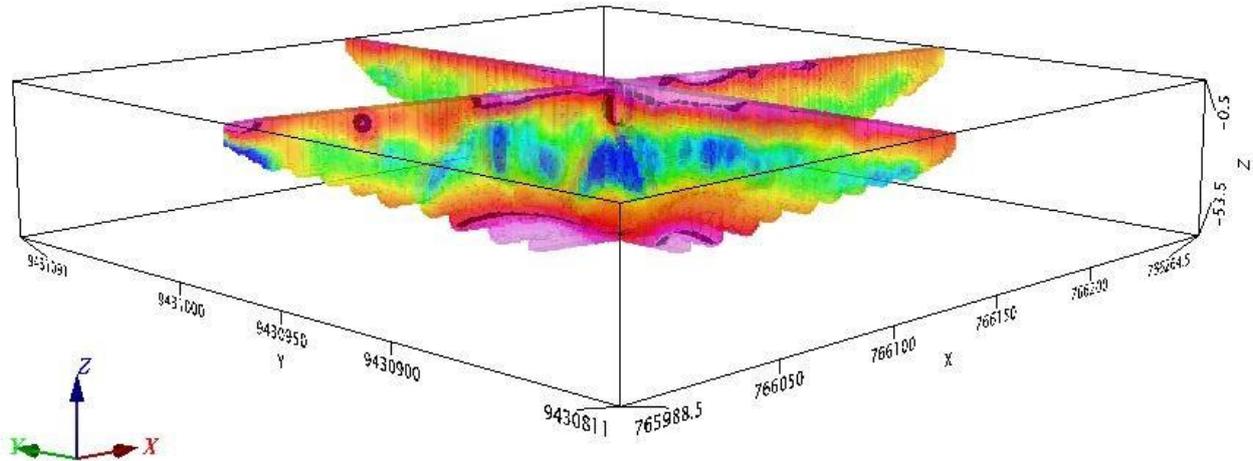
Terlihat pada Gambar 5, rentang nilai resistivitas yang diperoleh pada lintasan 2 yaitu 0,0625 – 110 Ωm dengan penetrasi kedalaman 1,25 – 52,4 meter dari permukaan bumi. Berdasarkan hasil analisis dan interpretasi, lapisan bawah permukaan pada lintasan 2 cenderung sama dengan hasil yang diperoleh penampang resistivitas lintasan 1, artinya pada kedua lintasan ini saling berkorelasikan dengan baik.

Lapisan pertama dengan kedalaman mulai dari 1,25 – 12,9 meter dari permukaan. Penentuan lapisan ini berdasarkan hasil interpretasi lintasan satu yang dihubungkan kemenerusannya pada titik persimpangan (*cross section*), diduga lapisan ini didominasi oleh pasir sampai dengan *silty sand* (pasir berlanau). Lapisan kedua dengan kedalaman 20,5 – 32,6 meter dengan nilai resistivitas 0,0525 – 2,10 Ωm . Penentuan penyusun lapisan ini berdasarkan informasi data pendukung yang menunjukkan batas lapisan lempung (*clay*). Nilai resistivitas yang sangat kecil menunjukkan lapisan ini merupakan sedimen yang tidak kompak sehingga ruang pori yang ada di antara butirnya terjenuhkan oleh air asin yang merupakan lapisan larutan elektrilitik yang gampang

mengalirkan arus listrik. Lapisan ketiga merupakan lapisan terbawah dengan nilai resistivitas $12,3 - 110 \Omega\text{m}$ dengan kedalaman $32,6 - 52,4$ meter. Lapisan ini diinterpretasikan sebagai lapisan *bedrock* (batuan dasar) berupa batugamping koral berdasarkan dari nilai resistivitas yang dikorelasikan dengan litologi daerah

tersebut. Pada lapisan ini merupakan lapisan yang tidak terpengaruh oleh air asin, hal ini terlihat dengan nilai resistivitas yang tinggi dan ada kemungkinan lapisan di atasnya termasuk kedap air (permeabilitas sangat kecil) sehingga air tidak dapat melaluinya.

Gabungan Antar Lintasan (3D)



Gambar 6. Gabungan Penampang Resistivitas.

Gambar 6 menunjukkan bahwa lintasan 1 dan lintasan 2 terkorelasikan dengan baik, ditandai dengan gradasi warna tiap lintasan terhubung satu sama lain. Hasil penampang resistivitas pada Gambar 6 diolah pada *software* Oasis Montaj dengan memasukkan nilai *Issosurface* 30. *Issosurface* dengan nilai 30 menunjukkan pembacaan lapisan *bedrock* pada kedalaman bervariasi $32,6 - 52,4$ meter.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa pertama, hasil penampang geolistrik yang memiliki resolusi horizontal yang baik dibandingkan dengan data pendukung dapat diperoleh 3 lapisan. Penentuan lapisan ini berdasarkan pengikat data geolistrik dengan data pendukung berupa data bor yang memiliki resolusi vertikal yang sangat baik dibandingkan dengan data geolistrik resistivitas. Lapisan satu merupakan

sedimen reklamasi yang ditandai dengan nilai resistivitas yang besar. Nilai resistivitas yang besar ini berkaitan dengan kurangnya fluida yang terpengaruh oleh air asin dan diduga berkaitan dengan derajat kekompakan tanah. Lapisan ini didominasi oleh pasir sampai dengan pasir berlanau. Lapisan kedua tersusun oleh sedimen klastik dengan didominasi oleh lempung (*clay*). Lapisan tersebut memiliki nilai resistivitas yang kecil yaitu lintasan 1 $0,0570 - 2,49 \Omega\text{m}$ dan lintasan 2 $0,0525 - 2,10 \Omega\text{m}$, akibatnya lapisan ini terjenuhkan oleh air asin. Lapisan ketiga adalah lapisan yang memiliki nilai resistivitas tinggi sebesar $6,41 - 42,4 \Omega\text{m}$ pada lintasan 1 dan rentang nilai resistivitas $12,3 - 110 \Omega\text{m}$ lintasan 2 pada kedalaman bervariasi $32,6 - 52,4$ meter. Lapisan ini diduga merupakan lapisan *bedrock* (batuan dasar) berupa batugamping koral, kemungkinan lapisan di atasnya merupakan lapisan kedap air (permeabilitas sangat kecil) sehingga air asin tidak melaluinya

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi selama penelitian dilaksanakan. Terkhusus kepada pihak LP2M yang telah mendanai penelitian, dosen Departemen Geofisika Universitas Hasanuddin, *Helper* serta pihak lainnya yang telah banyak membantu dalam penyusunan karya ilmiah ini. Tak lupa pula, kami ucapkan terima kasih kepada Allah SWT. sehingga bisa menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Gerkens, J.C. 1988. *Foundation of Exploration Geophysics*. Elsevier. 527-649.
- Pratama, I.E., Muhtar, I.J., Syamsuddin., dan Aswad, S. 2019. *Identifikasi Batuan Dasar Daerah Pantai Lumpur Kota Parepare Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner*. Jurnal Geoelebes. 3(1): 47-50. <https://doi.org/10.20956/geoelebes.v3i1.6397>
- Saputra, F., Baskoro, S.A., Supriyadi, dan Priyantari, N., 2020. *Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner dan Wenner-Schlumberger Pada Daerah Mata Air Panas Kali Sengon di Desa Blawan - Ijen*. Berkala Saintek. 8(1): 20-24. <https://doi.org/10.19184/bst.v8i1.11991>
- Soehaimi, A. 2008. *Seismoteknologi dan Potensi Kegempaan Wilayah Makassar*. Jurnal Geologi Indonesia. 3(4): 227-240.
- Telford. W.M., Geldart, L.P., and Sheriff, R.E., 1990. *Applied Geophysics*, Second Edition. Cambridge: Cambridge University Press.