

Penyelidikan Air Tanah dengan Metode Geolistrik di Desa Dulah Laut Kota Tual

Andrias Izaac Latupapua

Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura
Jl. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka, Ambon 97233
E-mail: andriaslatupapua@gmail.com

ABSTRAK

Ketersediaan air tanah di pulau-pulau kecil dengan batuan gamping umumnya rendah. Pengukuran geolistrik dengan konfigurasi elektroda Schlumberger pada dua lintasan Dulah Laut 1 dan Dulah Laut 2 telah dilakukan untuk mengetahui ketersediaan dan mutu air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa resistivitas batuan di Desa Dulah Laut berkisar 27.4 – 1561 Ωm . Air tanah di titik duga Dulah Laut 1 dan titik duga Dulah Laut 2 masing-masing terdapat pada kedalaman 5.21 m dan 7.93 m di bawah permukaan tanah. Zone potensial air tanah dengan resistivitas < 150 Ωm terdapat pada kedalaman di bawah 14 m dari permukaan tanah. Mutu air tanah diklasifikasikan sebagai air tercemar sedang dengan kesadahan tinggi.

Kata Kunci: gamping, resistivitas

Groundwater Investigation with Geoelectrical Method in Dulah Laut Village, Tual City

ABSTRACT

Groundwater availability in small islands with limestone is generally low. In order determine the availability and quality of groundwater, geoelectrical measurements were carried out with the Schlumberger electrode configuration on two tracks of Dulah Laut 1 and Dulah Laut 2. The results showed that the rock resistivity in Dulah Laut Village ranged from 27.4 – 1561 Ωm . Groundwater at the Dulah Laut 1 and Dulah Laut 2 were found at a depth of 5.21 m and 7.93 m below ground surface, respectively. The groundwater potential zone with resistivity of less than 150 Ωm was found at a depth of 4 m below the surface. Groundwater quality was classified as moderately polluted with high salinity.

Keywords : limestone, resistivity.

PENDAHULUAN

Pulau-pulau kecil di Indonesia umumnya memiliki susunan batuan yang bervariasi. Oleh sebab itu maka nilai tahanan jenis (resistivitas) batuan juga akan bervariasi menurut jenis batuan penyusun. Di Provinsi Maluku, pulau-pulau kecil umumnya terbentuk dari batu gamping terumbu. Salah satu pulau kecil yang menarik untuk diteliti adalah Pulau Duroa, Kecamatan Dullah Utara, Kota Tual. Pulau ini merupakan dataran

homogen, litologi yang homogen berupa Formasi Kai Kecil (Qk) membentuk perbukitan rendah bergelombang dan pada beberapa lokasi perbukitan rendah dengan lereng terjal serta adanya indikasi karst. Di lokasi ini tidak dijumpai formasi endapan pantai (Qc) seperti pada pulau-pulau lainnya [1]. Pulau dengan morfologi yang relatif landai dan datar mencirikan bentuk pulau terumbu [2].

Di daerah batuan gamping dengan indikasi karst terdapat 4 jenis tipe lapisan

berdasarkan nilai resistivitasnya yaitu : (1) lapisan dekat permukaan, seperti tanah, lempungan ataupun dolina dengan nilai resistivitas puluhan Ωm , (2) batu gamping yang mengalami proses pelarutan (dry karstified) mempunyai nilai resistivitas ratusan Ωm , (3) air yang tersimpan pada batu gamping karst dengan nilai resistivitas puluhan hingga ratusan Ωm dan (4) batu gamping pejal dengan nilai resistivitas sampai ribuan Ωm [3]. Batu gamping terumbu dapat dibedakan dari batugamping klastik. Batu gamping terumbu mempunyai nilai resistivitas 20 – 250 Ωm sedangkan batu gamping klastik mempunyai kisaran di atas 250 Ωm [4].

Pada daerah gamping dengan indikasi karst, air tanah tersimpan di antara rongga atau celah sedangkan daerah non karst air tanah tersimpan di antara butiran batuan lapisan akuifer [5]. Air yang tersimpan pada gamping terumbu pulau-pulau kecil biasanya lebih sedikit dibanding dengan pada pulau-pulau besar. Hal ini berhubungan dengan keseimbangan hidrostatik antara air bawah tanah tawar dengan air bawah tanah asin. Oleh karena densitas air asin lebih tinggi dibanding

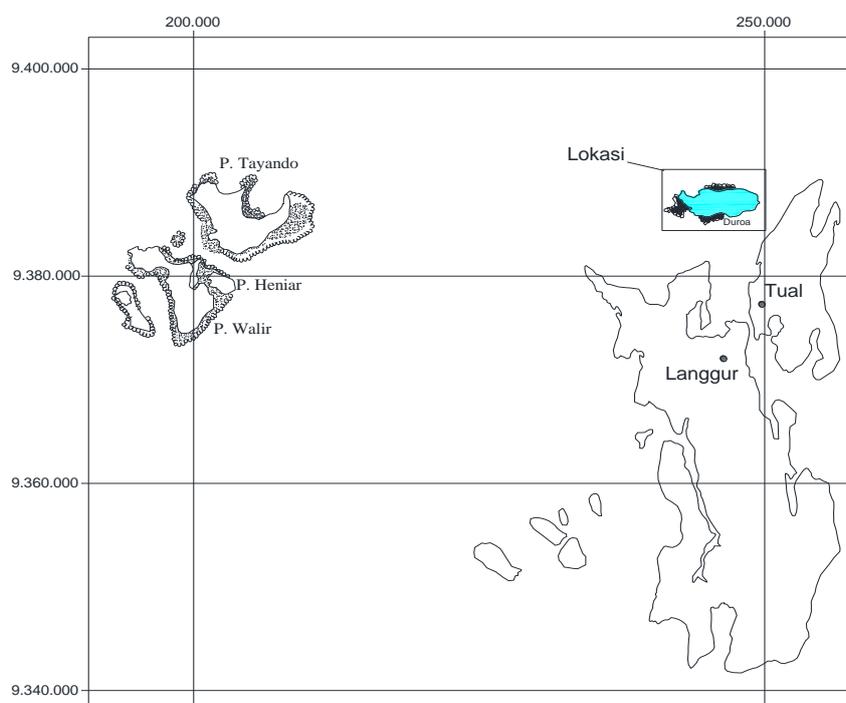
air tawar maka gangguan keseimbangan menyebabkan air asin bergerak ke arah daratan dan terjadi intrusi air asin [7]. Intrusi air asin pada pulau kecil telah dibuktikan melalui penyelidikan air tanah pada daerah gamping terumbu dimana lapisan tanah dan batuan dari permukaan sampai kedalaman 103 meter mengandung air asin [8].

Beberapa penyelidikan air tanah telah dilakukan untuk mengetahui keberadaan air bawah tanah di daerah kars [5], identifikasi intrusi air laut pada air tanah [7], potensi air tanah [8,10,11], dan untuk mendapatkan informasi posisi air yang tepat sehingga dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk mendapatkan sumber air [12].

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui kedalaman air tanah, mutu air dan resistivitas batuan di bawah permukaan tanah Desa Dullah Laut Kota Tual.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di pulau Duroa, Desa Dullah Laut, Kecamatan Dullah Utara Kota Tual.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Pulau Duroa

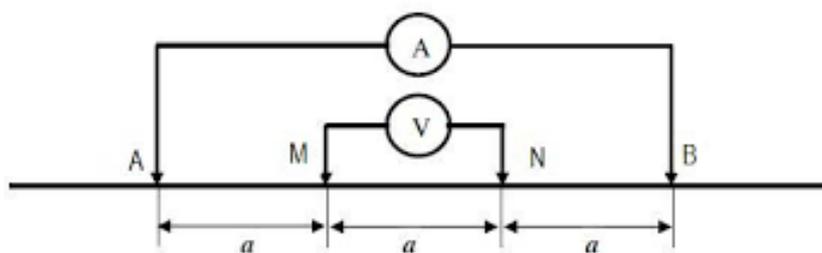
Topografi lokasi penelitian didominasi oleh daerah datar sampai landai dengan lereng berkisar 0% sampai dengan 15%, dan pada sejumlah tempat terdapat tebing terjal dengan kemiringan curam (25%-45%) sampai sangat curam (>45%). Ketinggian tempat didominasi oleh ketinggian 0 m sampai dengan 15 m di atas permukaan laut. Litologi yang homogen berupa formasi Kai Kecil (Qk) batu gamping terumbu yang terdiri dari koral, moluska, ganggang, brioso. Formasi Qk sebagai batuan endapan terletak di atas formasi Ohoinol (Qpo)

yaitu biokalkarenit tidak padat yang berselingan dengan napal, dari kala Plistosen pada periode Kwartar [1]. Penggunaan lahan terdiri atas permukiman, kebun campuran, ladang, semak belukar, dan hutan tersier.

Penyelidikan air tanah dilakukan melalui pendekatan geofisika dengan metode Geolistrik. Tahanan jenis (resistivitas) batuan diketahui dari percobaan *Vertical Electrical Sounding* (VES) menggunakan alat *Resistivity Meter* Naniura dengan konfigurasi elektroda *Schlumberger*.



Gambar 2. Peralatan Resistivity Meter Naniura



Gambar 3. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger

Pengukuran resistivitas batuan dilakukan pada 2 lintasan yaitu Dulah Laut 1 sepanjang 100 m dan Dulah Laut 2 sepanjang 50 m (Gambar 4). Pada setiap lintasan dilakukan pemasangan elektroda arus (A dan B) dan elektroda potensial (M dan N) pada

jarak tertentu sesuai konfigurasi Schlumberger. Pengukuran dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik ke elektroda arus A dan B sehingga timbul beda potensial melalui elektroda potensial M dan N.

Resistivitas batuan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\rho = \frac{\Delta V}{\Delta I} \times K$$

dengan ρ = resistivitas atau tahanan jenis semu (Ωm), ΔV = beda potensial yang terukur (mV), ΔI = arus listrik yang diinjeksikan

kedalam bumi, dan K = faktor geometri. Besarnya nilai K dihitung dengan persamaan berikut :

$$K = 2\pi \left[\frac{1}{AM} - \frac{1}{BM} - \frac{1}{AN} + \frac{1}{BN} \right]^{-1}$$



Gambar 4. Lintasan pengukuran

Data hasil pembacaan kuat arus (mA) dan beda potensial listrik (mV) digunakan untuk menghitung resistivitas batuan dan dibandingkan dengan nilai resistivitas standard dan data geologi setempat melalui serangkaian perhitungan inversi [6]. Data diolah dengan *Software PROGRESS V3* dan *IPI2WIN* yang akan menampilkan kurva resistivitas menurut kedalaman dan *pseudo cross-section*.

Mutu air tanah diketahui dari pengukuran dan pengambilan contoh air sumur-sumur

penduduk. Penentuan status mutu air menggunakan Metoda STORET Sesuai Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003. Secara prinsip metoda STORET adalah membandingkan antara data mutu air dengan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya. Sistem nilai dari "US-EPA (*Environmental Protection Agency*)" mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu :

- 1) Kelas A : baik sekali, skor = 0 --- > memenuhi baku mutu
- 2) Kelas B : baik, skor = -1 s/d -10 -- > cemar ringan
- 3) Kelas C : sedang, skor = -11 s/d -30 -- > cemar sedang
- 4) Kelas D : buruk, skor > -31 -- > cemar berat

Dalam penentuan status mutu air, jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air (hasil pengukuran \leq baku mutu) maka

diberi skor 0. Jika hasil pengukuran tidak memenuhi standar baku mutu air bersih maka pemberian skor mengikuti Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan sistem nilai status mutu air

| Jumlah Contoh | Nilai | Parameter | | |
|---------------|-----------|-----------|-------|---------|
| | | Fisika | Kimia | Biologi |
| < 10 | Maksimum | -1 | -2 | -3 |
| | Minimum | -1 | -2 | -3 |
| | Rata-Rata | -3 | -6 | -9 |
| >10 | Maksimum | -2 | -4 | -6 |
| | Minimum | -2 | -4 | -6 |
| | Rata-Rata | -6 | -12 | -18 |

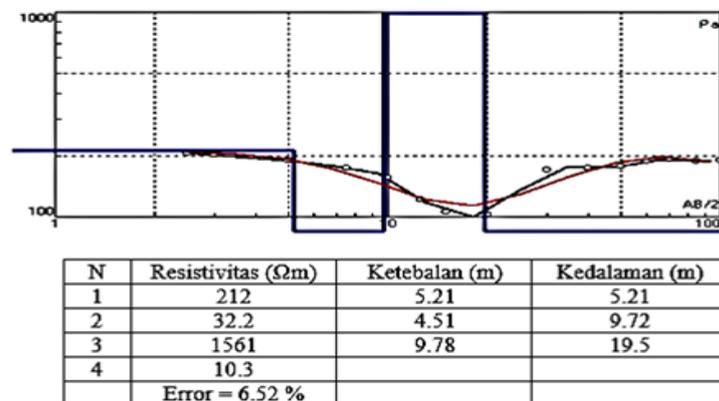
Sumber : Kep.Meneg. LH No. 115 tahun 2003

HASIL DAN PEMBAHASAN

Titik Duga Lintasan 1

Hasil pengolahan data pada lintasan Dulah Laut 1 disajikan pada Gambar 5. Hasil pengolahan data ini cukup baik dengan nilai Error 6.52 %. Pada Lintasan Dulah 1 terdapat 4 lapisan dengan resistivitas berbeda. Nilai resistivitas pada lapisan pertama 212 Ω m pada kedalaman 0.00-5.21 m diduga sebagai lapisan penutup batu gamping terumbu, karena nilai resistivitas batu gamping terumbu antara 20 – 250 Ω m [4]. Pada lapisan kedua dengan

kedalaman 5.21-9.72 m atau ketebalan 4.51 m dengan nilai resistivitas 32.2 Ω m diduga air asin tersimpan pada gamping terumbu, karena kisaran nilai resistivitasnya rendah. Lapisan ketiga pada kedalaman 9.72 – 19.5 m atau ketebalan 9.78 m dengan nilai resistivitas tinggi yaitu 1561 Ω m diduga batu gamping klastik yang menyimpan air asin karena batu gamping klastik memiliki resistivitas tinggi [9] atau mencapai ribuan Ω m [3]. Lapisan keempat pada kedalaman lebih dari 19.5 m dengan resistivitas 10.3 Ω m diduga air asin yang tersimpan pada batu gamping karena nilai resistivitasnya rendah.



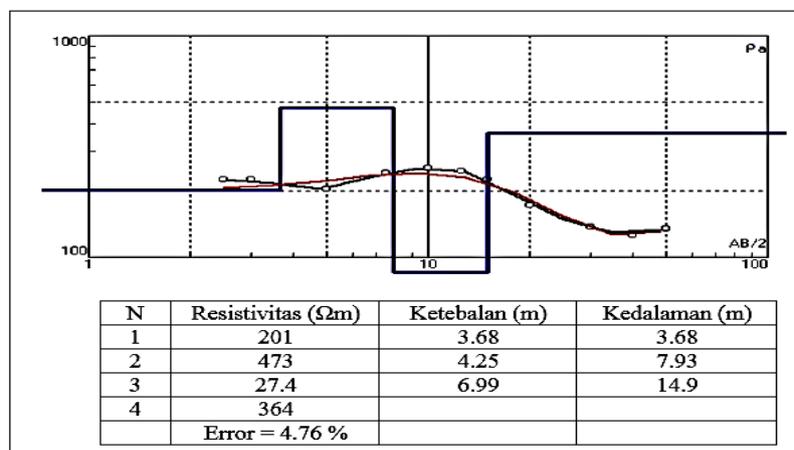
Gambar 5. Resistivitas batuan pada lintasan Dulah 1

Dari hasil pengolahan data lintasan Dulah 1 diketahui bahwa batuan gamping menyimpan air asin di bawah kedalaman 5.21 m.

Titik Duga Lintasan 2

Data geolistrik lintasan Dulah Laut 2 pada Gambar 6 menunjukkan bahwa pengolahan data cukup baik dengan nilai Error 4.76 %. Nilai resistivitas pada lapisan pertama 201 Ωm pada kedalaman 0.00 – 3.68 m sesuai dengan kisaran nilai resistivitas batu gamping

terumbu yaitu 20 – 250 Ωm [4]. Pada lapisan kedua dengan kedalaman 3.68 – 7.93 m atau ketebalan 4.25 m dengan nilai resistivitas 473 Ωm diduga batu gamping terumbu, karena kisaran nilai resistivitas bisa mencapai 500 Ωm [10]. Lapisan ketiga pada kedalaman 7.93 – 14.92 m atau ketebalan 6.99 m dengan nilai resistivitas rendah yaitu 27.4 Ωm diduga batu gamping terumbu yang menyimpan air asin. Lapisan keempat pada kedalaman lebih dari 14.92 m dengan resistivitas 364 Ωm diduga batu gamping terumbu yang menyimpan air asin.



Gambar 6. Resistivitas batuan pada lintasan Dulah 2

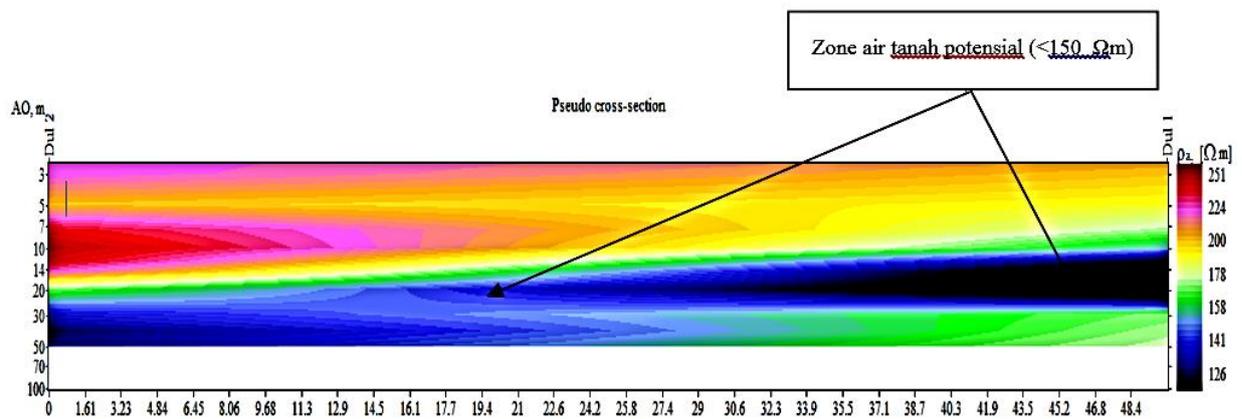
Dari hasil pengolahan data lintasan Dulah 2 diketahui bahwa batuan gamping menyimpan air asin di bawah kedalaman 7.93 m.

Hasil pengolahan data *pseudo cross-section* dari lintasan Dulah 2 menuju lintasan Dulah 1 (Gambar 7) menunjukkan bahwa zone potensi air tanah pada kedalaman di bawah 14 m karena air tersimpan pada batu gamping terumbu. Zone potensi air tanah umumnya

terdapat pada batuan dengan resistivitas < 150 Ωm .

Status Mutu Air

Hasil perhitungan status mutu air dengan metoda Storet terhadap contoh komposit air yang diambil dari sumur penduduk di Desa Dulah Laut disajikan pada Tabel 2.



Gambar 7. Pseudo cross-section Lintasan Dulah 1 dan Dulah 2.

Tabel 2. Status mutu air desa Dulah Laut

| No | Parameter | Satuan | Hasil Pengukuran | | | | Skor |
|------------------------|--------------------------------|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|------|
| | | | Baku Mutu | Maksimum | Minimum | Rataan | |
| A. Fisika | | | | | | | |
| 1 | Bau | | Tidak Berbau | Tidak Berbau | Tidak Berbau | Tidak Berbau | 0 |
| 3 | Total TDS | mg/L | 500 | 1310 | 1292 | 1301 | -5 |
| 4 | Kekeruhan | NTU | 5 | 4 | 2 | 3 | 0 |
| 5 | Rasa | | Tidak Berasa | Asin | Agak Asin | Agak Asin | -5 |
| 6 | Suhu | °C | udara ± 3 | 32 | 31 | 31.5 | 0 |
| B. Kimia | | | | | | | |
| 1 | Aluminium (Al) | mg/L | 0.2 | - | - | - | |
| 2 | Besi (Fe) | mg/L | 0.3 | - | - | - | |
| 3 | Kesadahan (CaCO ₃) | mg/L | 500 | 550 | 400 | 475 | -2 |
| 4 | Klorida (Cl) | mg/L | 250 | 267 | 260 | 263.5 | -10 |
| 5 | Mangan (Mn) | mg/L | 0.4 | - | - | - | |
| 6 | pH | mg/L | 6,5-8,5 | 8 | 7.9 | 7.95 | 0 |
| 7 | Seng (Zn) | mg/L | 3 | - | - | - | |
| 8 | Sulfat (SO ₄) | mg/L | 250 | 100.2 | 55.2 | 77.7 | 0 |
| 9 | Tembaga (Cu) | mg/L | 2 | - | - | - | |
| 10 | Amonia | mg/L | 1.5 | - | - | - | |
| C. Mikrobiologi | | | | | | | |
| 1 | E-Coli | Jmlh/100 mL | 0 | - | - | - | |
| 2 | Total Coliform | Jmlh/100 mL | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah Skor | | | | | | | -22 |

Air sumur Desa Dullah laut cukup banyak mengandung bahan terlarut dan terasa asin karena nilai TDS di atas baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003. Dari aspek kimia air mengandung CaCO_3 dan NaCl cukup tinggi sehingga tidak baik untuk digunakan sebagai air irigasi maupun air bersih. Kesadahan yang tinggi menunjukkan bahwa terjadi intrusi air laut dengan area berwarna biru pada Gambar 7.

Hasil analisis mutu air dengan metode STORET (Tabel 1) menunjukkan bahwa mutu air di desa Dulah Laut dengan jumlah skor -22 diklasifikasikan sebagai Air Kelas C (Sedang) dengan tingkat cemaran sedang karena berada pada kisaran skor -11 sampai - 30 menurut kriteria "US-EPA (*Environmental Protection Agency*)" dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003.

KESIMPULAN

Resistivitas batuan di Desa Dulah Laut berkisar 27.4 – 1561 Ωm . Resistivitas rendah menunjukkan air asin yang tersimpan pada batuan gamping, sedangkan resistivitas tinggi menunjukkan batuan gamping terumbu dan batuan gamping klastik. Kedua batuan ini dapat memiliki pori-pori yang menyimpan air sehingga berperan sebagai lapisan pembawa air. Air tanah terdapat pada kedalaman di bawah 5.21 m pada titik duga Dulah Laut 1 dan di bawah 7.93 m pada titik duga Dulah Laut 2, sedangkan zone potensial air tanah dengan resistivitas < 150 Ωm pada kedalaman di bawah 14 m dari permukaan tanah. Mutu air tanah tergolong sebagai air tercemar sedang dengan kesadahan tinggi sehingga tidak baik untuk digunakan sebagai air irigasi dan air baku.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Achdan, A., dan T. Turkandi. 1994. Peta Geologi Kepulauan Kai dan Tayandu, Maluku. Skala 1:250.000. Pusat

Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

- [2] Hantoro, W.S., Hadiwisastra, S., Masduki, A., Susilohadi, Latif, H. dan Kosasih. 2009. Air Tawar di Pulau-Pulau Kecil dan Wilayah Pesisir di Indonesia. Puslit. Geoteknologi. LIPI, Bandung.
- [3] Kelly, W.E. and S. Mares. 1993. Applied Geophysics in Hydrogeological and Engineering Practice, Development in Water Science. Elsevier, Netherland.
- [4] Samodra, H. 2001. Nilai Strategis Kawasan Kars di Indonesia : Pengelolaan dan Perlindungannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [5] Kuswanto. A. 2005. Aplikasi metoda Res-2D untuk eksplorasi air bawah tanah di daerah kars. JAI 1(2): 226-234.
- [6] Loke, M.H. and R.D. Barker. 1995. Rapid Leastsquare Inversion of Apparent Resistivity Pseudosection. Geophysics 60 (6) : 1682-1690
- [7] Wardhana, R.R., Warnana, D.D. dan A. Widodo. 2017. Identifikasi intrusi air laut pada air tanah menggunakan metode Resistivitas 2D. Studi kasus Surabaya Timur. Jurnal Geosaintek 3(1) : 17-22
- [8] Sultan. 2018. Potensi Air Tanah di Daerah Rapporappowa dan Kalukuang, Desa Rewataya Pulau Tanakeke, Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan
- [9] Bahri, A.S., Juan Pandu GNR, Khoiridah, S., dan A. Iswahyudi. 2015. Estimasi cadangan batu gamping di Desa Melirang, Kecamatan Bungah, Kabupaten Gresik dengan metode resistivitas 2-dimensi. Jurnal Geosaintek 1(1) : 15-24
- [10] Krisnasiwi, I.F dan W. Sundari. 2021. Pendugaan potensi air tanah menggunakan metode geolistrik di Desa Oeseli dan Desa Oelolot Kecamatan Rote Barat Laut Kabupaten Rote Ndao Propinsi Nusa Tenggara Timur. Jurnal

- Ilmiah Teknologi FST Undana 15 (2) : 64-72.
- [11] Bakri, H., Husain, J.R. dan Firdaus. 2015. Pendugaan air tanah dengan metode geolistrik tahanan jenis di Desa Tellumpanua Kec. Tanete rilau Kab. Barru Sulawesi-Selatan. Jurnal Geomine 03 : 165-169.
- [12] Saranga H.T., As'ari a, dan S.H.J. Tongkukut. 2016. Deteksi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger di Masjid Kampus Universitas Sam Ratulangi dan Sekitarnya. Jur. MIPA Unsrat Online 5 (2): 70-75