



## Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger

Baso Usman<sup>1\*)</sup>, Rahma Hi Manrulu<sup>1)</sup>, Aryadi Nurfalaq<sup>2)</sup>, Emi Rohayu<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Fisika Universitas Cokroaminoto Palopo

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Informatika Universitas Cokroaminoto Palopo

<sup>\*)</sup>Email: baso.usman@gmail.com

**ABSTRAK**-Telah dilakukan penelitian untuk mengidentifikasi akuifer air tanah di Kecamatan Sendana Kota Palopo menggunakan metode geolistrik tahanan jenis konfigurasi Schlumberger. Metode geolistrik tahanan jenis dilakukan dengan cara menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi melalui dua elektroda arus dan potensialnya diukur melalui dua elektroda potensial. Bila arus listrik diinjeksikan ke dalam suatu medium dan diukur beda potensialnya (tegangan), maka nilai hambatan dari medium tersebut dapat diperkirakan. Metode kerja penelitian ini yaitu dengan membuat sebuah lintasan dengan panjang bentangan paling kecil ( $AB/2$ ) 1,5 hingga panjang bentangan terjauh ( $AB/2$ ) 200 m, kemudian melakukan pengukuran dengan resistivitymeter, data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan *software* IP2Win untuk mendapatkan gambaran struktur bawah permukaannya. Hasil interpretasi memperlihatkan bahwa akuifer di kecamatan Sendana kota Palopo berupa pasir dan kerikil yang memiliki nilai tahanan jenis 21,6 – 81,3  $\Omega$ m pada kedalaman lebih dari 45 m.

**KEYWORD:** *Akuifer, Bawah permukaan, Geolistrik, Schlumberger*

### I. PENDAHULUAN

Air tanah merupakan sumber daya yang sangat bermanfaat bagi makhluk hidup di muka bumi. Makhluk hidup khususnya manusia melakukan berbagai cara untuk memenuhi kebutuhan air. Usaha memanfaatkan dan mengembangkan air tanah telah dilakukan sejak jaman kuno. Dimulai menggunakan timba yang ujungnya diikat pada bambu kemudian dilengkapi dengan pemberat (sistem pegas), kemudian berkembang dengan menggunakan teknologi canggih dengan cara mengebor sumur-sumur dalam sampai kedalaman 200 meter (Halik dan Widodo 2008).

Dalam usaha untuk mendapatkan susunan mengenai lapisan bumi, kegiatan penyelidikan melalui permukaan tanah atau bawah tanah haruslah dilakukan, agar bisa diketahui ada atau tidaknya lapisan pembawa air (akuifer), ketebalan dan kedalamannya

serta untuk mengambil contoh air untuk dianalisis kualitas airnya. Meskipun air tanah tidak dapat secara langsung diamati melalui permukaan bumi, penyelidikan permukaan tanah merupakan awal penyelidikan yang cukup penting, paling tidak dapat memberikan suatu gambaran mengenai lokasi keberadaan air tanah tersebut.

Beberapa metode penyelidikan permukaan tanah yang dapat dilakukan, diantaranya: metode geologi, metode gravitasi, metode magnetik, metode seismik, dan metode geolistrik. Dari metode-metode tersebut, metode geolistrik merupakan metode yang banyak sekali digunakan dan hasilnya cukup baik (Bisri 1991).

Metode geolistrik merupakan metode yang menggunakan prinsip aliran arus listrik dalam menyelidiki struktur bawah permukaan bumi. Aliran arus listrik mengalir di dalam tanah melalui batuan-batuan dan

sangat dipengaruhi oleh adanya air tanah dan garam yang terkandung di dalamnya. Oleh karena itu, metode geolistrik dapat digunakan pada penentuan akuifer, kontaminasi air tanah, penyelidikan mineral, survei arkeologi dan deteksi *hostrocks* pada penyelidikan panas bumiserta penelitian untuk mengetahui perkiraan kedalaman *bedrock* untuk fondasi bangunan (Prasetiawati 2004). Survei geolistrik yang dilakukan di sebelah barat lokasi penelitian (Kel. Latuppa) diperoleh nilai tahanan jenis sangat tinggi lebih dari 1000  $\Omega\text{m}$  yang terdiri dari batuan granit (Nurfalaq and Manrulu 2016).

Penentuan lapisan air (akuifer) dengan menggunakan metode geolistrik telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hanifa *et al.* (2016) melakukan penelitian lapisan akuifer air tanah dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger di desa Sungai Jati Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Wardani *et al.* (2016) di desa Takuti Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan, Wahyono (2011) di desa Rampa Manunggul Kota Baru Kalimantan Selatan.

### 1.1 Air Tanah

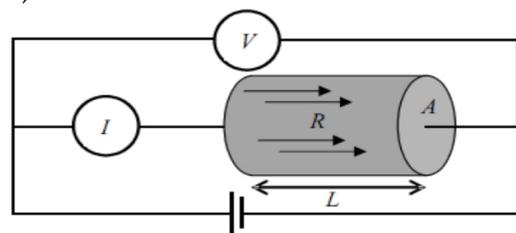
Air tanah merupakan bagian air di alam yang terdapat dibawah permukaan tanah. Pembentukan air tanah mengikuti siklus peredaran air di bumi yang disebut daur hidrologi, yaitu proses alamiah yang berlangsung pada air di alam yang mengalami perpindahan tempat secara berurutan dan terus menerus (Kodatie 2012)

Kebanyakan air tanah berasal dari hujan. Air hujan yang meresap ke dalam tanah menjadi bagian dari air tanah, perlahan-lahan mengalir ke laut, atau mengalir langsung dalam tanah atau di permukaan dan bergabung dengan aliran sungai. Banyaknya air yang meresap ke tanah bergantung pada selain ruang dan waktu, juga dipengaruhi kecuraman lereng, kondisi material permukaan tanah dan jenis serta banyaknya vegetasi dan curah hujan.

### 1.2 Metode Geolistrik Tahanan Jenis

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi. Dalam hal ini meliputi pengukuran potensial dan pengukuran arus yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus kedalam bumi. Oleh karena itu metode geolistrik mempunyai banyak macam, salah satunya adalah metode geolistrik tahanan jenis (resistivitas) (Hendrajaya and Arif 1990).

Tujuan dari survei geolistrik adalah untuk menentukan distribusi resistivitas dibawah permukaan dengan membuat pengukuran di permukaan tanah. Pengukuran resistivitas secara normal dibuat dengan cara menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui dua elektroda arus, dan mengukur beda tegangan yang dihasilkan pada dua elektroda potensial. Dari pengukuran ini resistivitas yang sebenarnya dari bawah permukaan dapat diperkirakan. Resistivitas tanah berkaitan dengan berbagai parameter geologi seperti mineral dan konten cairan, porositas, derajat patahan, persentase dari patahan diisi dengan air tanah dan derajat dari saturasi air di batuan (Singh *et al.* 2004).



Gambar 1. Arus yang dialirkan di dalam material konduktif berbentuk silinder (Telford *et al.* 1990)

Berdasarkan hukum Ohm diketahui bahwa besar tegangan  $V$  suatu material bergantung pada kuat arus  $I$  dan hambatan listrik  $R$  yang dirumuskan sebagai:

$$V = IR \quad (1)$$

Studi hambatan listrik dapat dipahami dalam konteks dari aliran arus melalui medium di bawah permukaan yang terdiri dari lapisan bahan dengan resistivitas yang berbeda.

Secara sederhana semualapisan dapat diasumsikan horisontal. Resistivitas bahan  $\rho$  merupakan parameter ukur seberapa baik bahan menghambat aliran arus listrik (Herman 2001).

Jika suatu material konduktif berbentuk silinder yang homogen memiliki panjang sebesar  $L$  dan luas penampang  $A$  maka resistivitasnya sebesar:

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

Persamaan (1) dan persamaan (2) saling disubstitusikan dan menjadi persamaan (3)

$$\rho = \frac{VA}{IL} \quad (3)$$

(Telford *et al.* 1990).

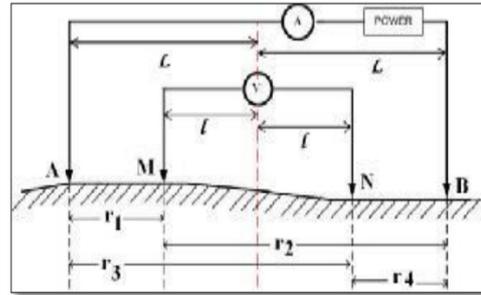
Batuan umumnya mempunyai sifat kelistrikan yang berupa daya hantar listrik (konduktivitas) dan konstanta dielektrik. Konstanta dielektrik merupakan polarisasi material dalam suatu medium listrik. Konstanta dielektrik menentukan kapasitas induktif efektif dari suatu material batuan dan merupakan respon statik untuk medan listrik AC maupun DC (Dobrin 1998).

Menurut Telford *et al.* (1990), terkait dengan sifat resistivitas listrik, lapisan akuifer merupakan lapisan batuan yang memiliki rentang nilai tahanan jenis  $1-10^8 \Omega m$ . Faktor-faktor yang berpengaruh antara lain: komposisi litologi, kondisi batuan, komposisi mineral yang dikandung, kandungan benda cair. Air alam mengandung zat padat terlarut yang berasal dari mineral dan garam-garam yang terlarut ketika air mengalir di bawah atau di permukaan tanah. Apabila air dicemari oleh limbah yang berasal dari industri pertambangan dan pertanian, kandungan zat padat tersebut akan meningkat.

Beberapa penelitian menggunakan metode geolistrik diantaranya Marjuni *et al.* (2015) untuk identifikasi litologi bawah permukaan di daerah rawa jalan Trans Kalimantan Kabupaten Banjar. Astutik *et al.* (2016) menggunakan metode geolistrik untuk menentukan intrusi air laut di desa Kampung

Baru Tanah Bumbu. Kinayung *et al.* (2015) menggunakan metode geolistrik untuk identifikasi potensi sebaran galena (PBS).

### 1.3 Konfigurasi Schlumberger



Gambar 2. Susunan Elektroda Konfigurasi Schlumberger (Reynolds 1997)

Konfigurasi Schlumberger menggunakan empat buah elektroda dengan dua buah elektroda potensial dan dua buah elektroda arus yang disusun dalam satu garis lurus dengan susunan jarak elektroda potensial lebih kecil daripada jarak elektroda arus. Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger terlihat pada Gambar 2. Gambar 2 memperlihatkan bahwa elektroda M dan N digunakan sebagai elektroda potensial dan elektroda A dan B digunakan sebagai elektroda arus dengan jarak pada masing-masing elektroda,  $r_1=(L-l)$ ,  $r_2=(L+l)$ ,  $r_3=(L+l)$ ,  $r_4=(L-l)$  dengan  $L = AB/2$  dan  $l = MN/2$

Jarak masing-masing elektroda di atas di substitusikan ke Persamaan (2) sehingga diperoleh harga  $K$  untuk konfigurasi Schlumberger adalah:

$$K = \pi \frac{(L^2 - l^2)}{2l} \quad (4)$$

Berdasarkan harga  $K$  yang diperoleh makaharga tahanan jenis semu (*apparent resistivity*) untuk konfigurasi Schlumberger dapat dihitung dengan persamaan:

$$\rho_a = k \frac{V}{I} \quad (5)$$

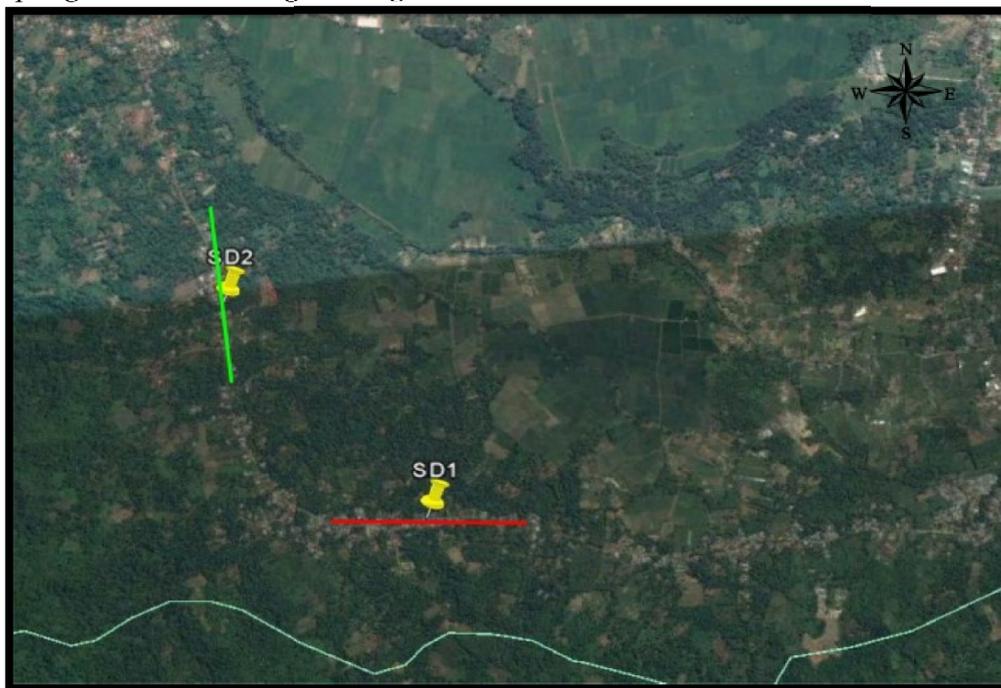
Pada konfigurasi Schlumberger secara prinsip adalah mengubah jarak elektroda arusnya. Namun semakin jauh elektroda arus dari elektroda potensialnya maka potensial yang akan diterima oleh elektroda arus akan mengecil. Dengan hal ini maka dapat

dilakukan penajagan sensitifitas pengukuran. Modifikasi tersebut dilakukan dengan memperluas elektroda potensialnya. Dampak perubahan tersebut hanya berpengaruh terhadap kurva perhitungan yang akan *overlap*. Namun ini tidak akan berpengaruh terhadap kehomogenan dari resistivitas materialnya.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kecamatan Sendana Kota Palopo (Gambar 3) sebanyak dua titik pengukuran. Masing-masing titik

pengukuran memiliki panjang bentangan ( $AB/2$ ) yang bervariasi mulai dari 1,5 m hingga 200 m. Objek dalam penelitian ini adalah struktur batuan bawah permukaan berupa akuifer air tanah. Akuifer air tanah ini diidentifikasi berdasarkan nilai tahanan jenis yang diperoleh dari hasil pengukuran. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu resistivitymeter, kompas, meteran, palu geologi, empat buah elektroda (sepasang elektroda potensial dan sepasang elektroda arus), empat buah kabel rol, aki kering, GPS, laptop, dan kamera.



Gambar 3. Lokasi titik pengukuran geolistrik

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu:

### *Tahap Persiapan*

Dalam tahapan ini dilakukan survey pendahuluan untuk penyiapan alat dan perlengkapan lainnya serta menentukan lokasi titik pengukuran. Penelitian ini terdiri dari dua lintasan dengan panjang bentangan paling kecil ( $AB/2$ ) 1,5 m hingga panjang bentangan terjauh ( $AB/2$ ) 200 m. Pengambilan data dilakukan dengan seperangkat alat resistivitymeter tipe IPGEO 4100.

### *Tahap Pengambilan Data*

Adapun prosedur dalam pengambilan data adalah sebagai berikut:

- Menentukan titik tengah lintasan pengukuran dan arah lintasan dengan menggunakan kompas.
- Memasang elektroda arus dan elektroda potensial berdasarkan tabel pengukuran konfigurasi Schlumberger yang telah dibuat.
- Menyusun rangkaian resistivitymeter.
- Mengaktifkan resistivitymeter kemudian melakukan pengukuran dengan cara menginjeksikan arus listrik kedalam tanah melalui elektroda yang telah terpasang.
- Mencatat nilai arus listrik ( $I$ ) dan beda potensial ( $\Delta V$ ) yang terukur pada resistivitymeter.

*Tahap Pengolahan Data*

Data yang telah diperoleh kemudian diolah berdasarkan persamaan tahanan jenis semu, sehingga diperoleh nilai tahanan jenis semu ( $\rho_a$ ). Kemudian data tersebut dimodelkan dengan menggunakan *software* IP2Win.

*Tahap Interpretasi Data*

Dalam melakukan interpretasi data geolistrik, diperlukan sebuah pemahaman geologi yang baik dan menafsirkan kenampakan citra bawah permukaan kedalam bentuk litologi ataupun struktur batuan. Setiap lapisan batuan memiliki sifat resistivitas yang khas yang memiliki nilai resistivitas masing-masing seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 4. Setelah data tersebut didapatkan, selanjutnya diolah dan dimodelkan dengan menggunakan *software* IP2Win.

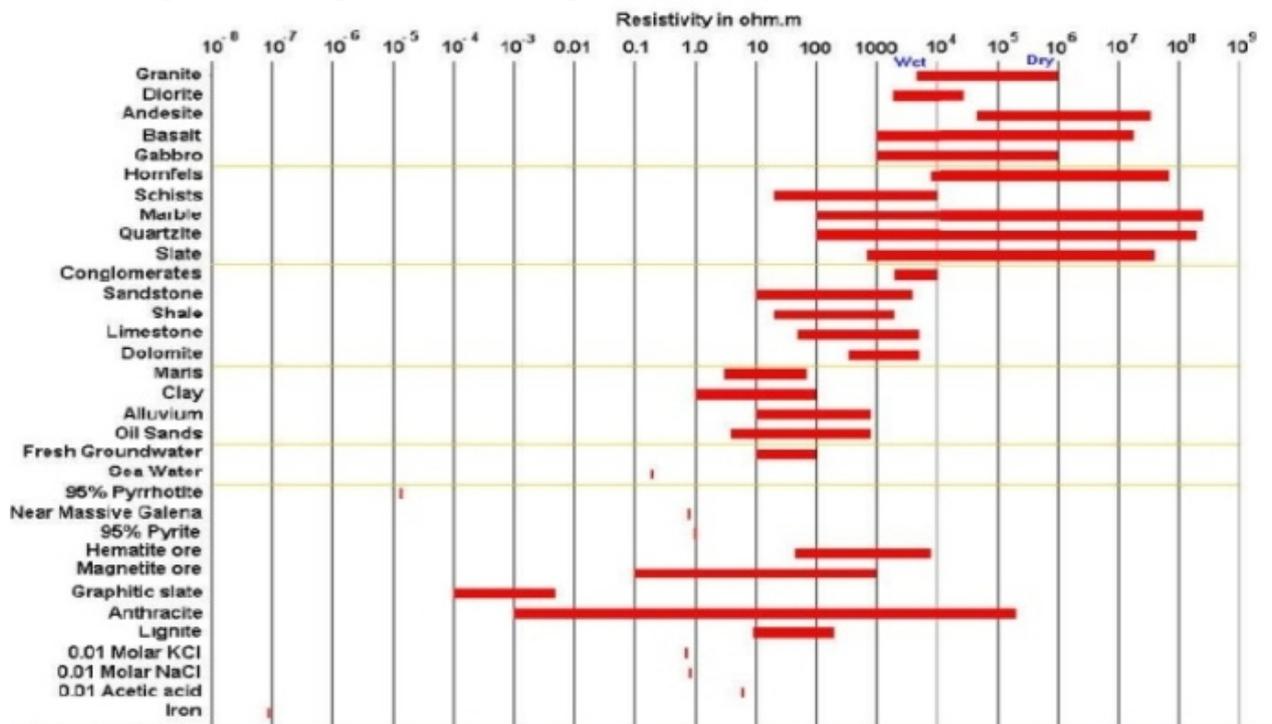
**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Secara geologi, daerah penelitian tersusun oleh Formasi Aluvium yang terdiri atas lempung, lanau, pasir, kerikil, dan kerakal. Pengukuran geolistrik dengan

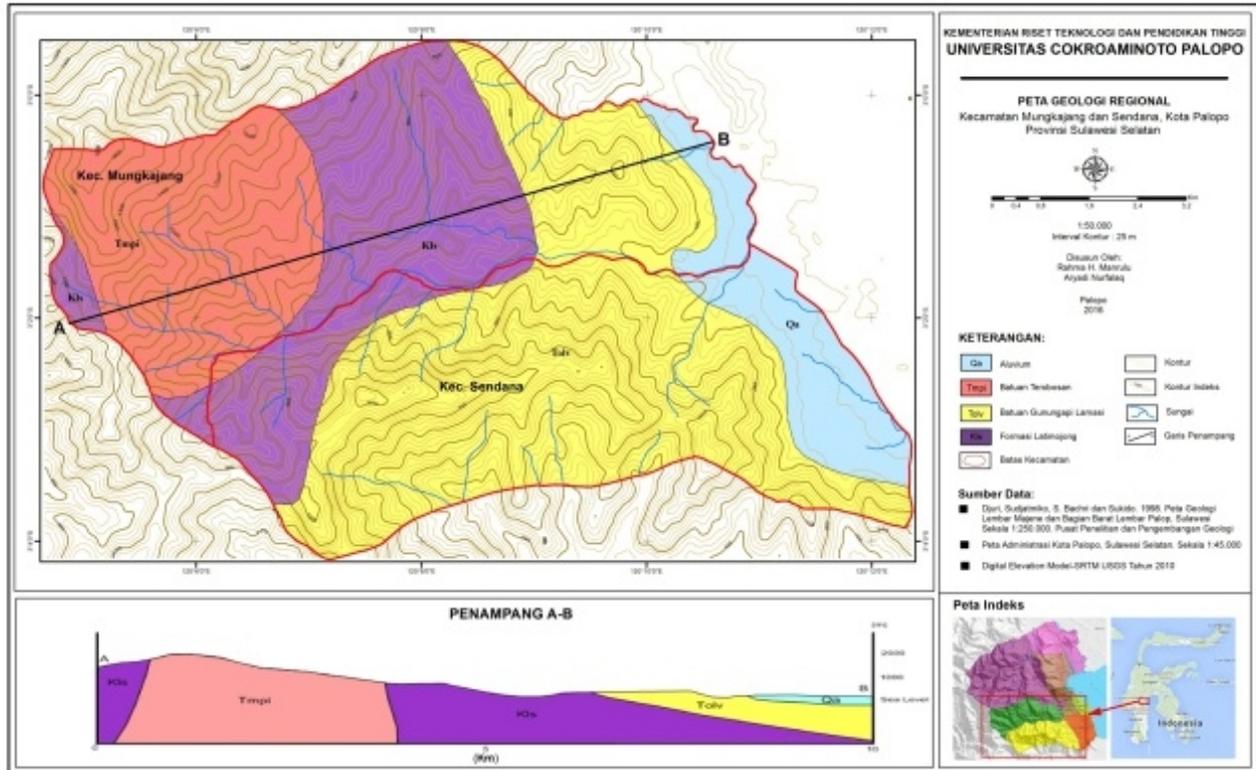
konfigurasi Schlumberger telah dilakukan di dua lokasi di Kecamatan Sendana yaitu Kelurahan Purangi dan Sendana.

Resistivitas semu masing-masing lapisan batuan di setiap titik lokasi dihitung berdasarkan Persamaan (5). Hasil perhitungan ini kemudian diolah menggunakan *software* IP2Win sehingga didapatkan distribusi harga tahanan jenis batuan bawah permukaan yang dimodelkan seperti pada Gambar 6. Dari Gambar 6, dapat dibuat hasil interpretasi dengan memberikan informasi keadaan litologi di bawah permukaan tanah berdasarkan nilai hambatan jenis dari beberapa tipe batuan yang telah diketahui sebelumnya.

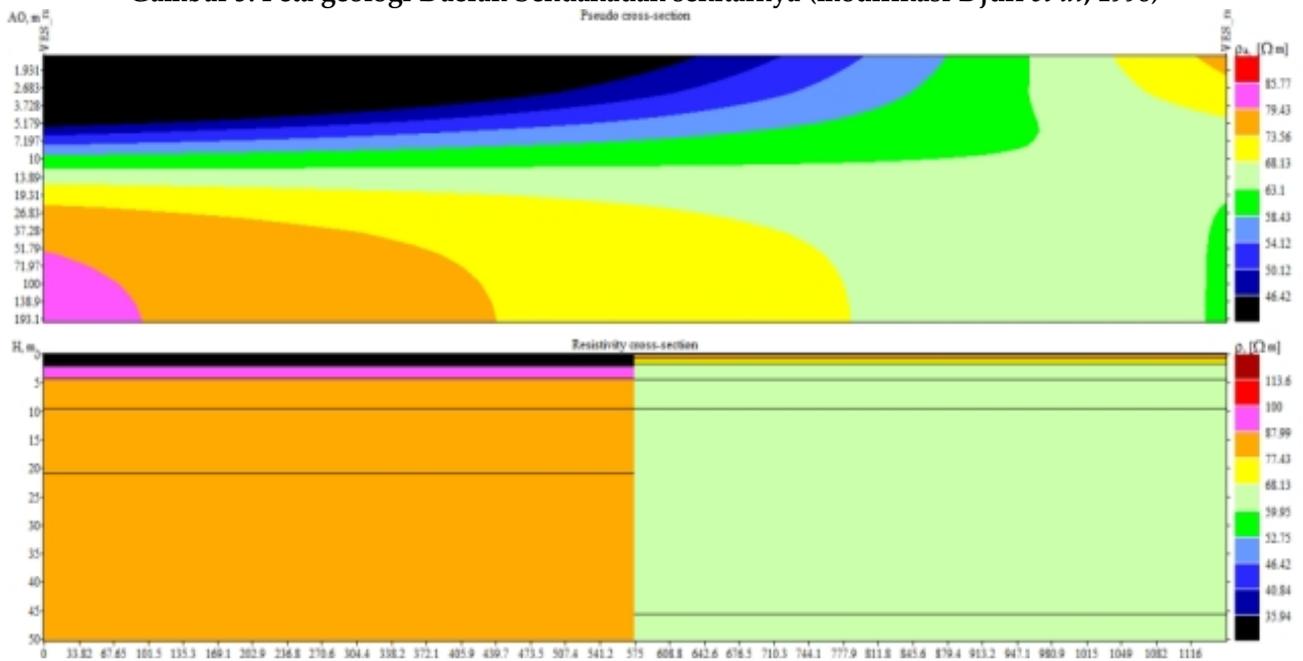
Hasil pengolahan data titik pengukuran pertama (SD1) dapat dilihat dalam Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 di atas diperoleh nilai tahanan jenis 21,6 – 81,3  $\Omega$ m dari kedalaman hingga lebih dari 20 m. Adapun untuk titik pengukuran kedua (SD2), hasil pengolahan datanya dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 diperoleh nilai tahanan jenis batuan bawah permukaan 62,2 – 77,7  $\Omega$ m hingga kedalaman lebih dari 45,6 m.



Gambar 4. Harga Resistivitas Berbagai Batuan (Loke 2004)



Gambar 5. Peta geologi Daerah Sendanadan sekitarnya (modifikasi Djuri *et al*, 1998)



Gambar 6. Penggabungan lintasan I dan II

Berdasarkan dari kedua titik pengukuran tersebut diperoleh nilai tahanan jenis 21,6 – 81,3  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman lebih dari 45,6 m. Batuan yang memiliki nilai tahanan jenis pada rentang tersebut diinterpretasikan sebagai pasir dan kerikil. Berdasarkan tabel dalam gambar 4 terlihat

nilai tahanan jenis pasir dan kerikil (aluvium) sebesar 10 – 1000  $\Omega\text{m}$ . Struktur batuan bawah permukaan cukup homogen. Ini terlihat dari nilai tahanan jenis yang tidak fluktuatif. Pasir dan kerikil inilah yang berperan sebagai lapisan pembawa air tanah (akuifer) di daerah tersebut.

Tabel 1. Hasil interpretasi titik SD1

Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )	Kedalaman (m)	Keterangan
21.6	0 – 0.9	Pasir, kerikil
33.1	0.9 – 2.0	Pasir, kerikil
92.6	2.0 – 4.3	Pasir, kerikil
78.3	4.3 – 9.5	Pasir, kerikil
82.1	9.5 – 20.8	Pasir, kerikil
81.3	>20.8	Pasir, kerikil

Tabel 2. Hasil interpretasi titik SD2

Resistivitas ( $\Omega\text{m}$ )	Kedalaman (m)	Keterangan
77.7	0 – 0.8	Pasir, kerikil (padat)
74.2	0.8 – 1.7	Pasir, kerikil (padat)
62.2	1.7 – 4.3	Pasir, kerikil
63.0	4.3 – 9.5	Pasir, kerikil
62.8	9.5 – 45.6	Pasir, kerikil
62.9	>45.6	Pasir, kerikil

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian geolistrik tahanan jenis dengan menggunakan konfigurasi Schlumberger dapat disimpulkan bahwa lapisan akuifer di daerah ini berupa pasir dan kerikil yang memiliki nilai tahanan jenis 21,6 – 81,3  $\Omega\text{m}$  pada kedalaman lebih dari 45 m.

#### V. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan hibah melalui program kreativitas mahasiswa.

#### VI. DAFTAR PUSTAKA

- Astutik, P., Wahyono, S.C., and Siregar, S.S., 2016. Identifikasi Intrusi Air Laut Menggunakan Metode Geolistrik Di Desa Kampung Baru, Tanah Bumbu. *Jurnal Fisika FLUX*, 13(2), 155-160.
- Bisri, M., 1991. *Aliran Air Tanah*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Dobrin, M.B., 1998. *Introduction to Geophysical Prospecting*. New York: McGraw-Hill.
- Halik, G., and Widodo, S. J., 2008. *Pendugaan Potensi Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Kampus Tegal Boto Universitas Jember*.

Jember: Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil UNEJ.

- Hanifa, D., Sota, I., and Siregar, S.S., 2016. Penentuan lapisan akuifer air tanah dengan metode Geolistrik konfigurasi schlumberger di desa sungai Jati kecamatan mataraman kabupaten banjar Kalimantan selatan. *Jurnal Fisika FLUX*, 13 (1), 30-39.
- Hendrajaya, L. and Arif, I., 1990. *Geolistrik Tahanan Jenis*. Bandung: Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika FMIPA ITB.
- Herman, R., 2001. An Introduction to Electrical Resistivity in Geophysics. *Journal of American Association of Physics Teachers*, 69, 943-952.
- Kinayung, S., Darsono, D., and Legowo, B., 2014. Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Dipole-Dipole untuk Identifikasi Potensi Sebaran Galena (PbS) Daerah-X, Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Fisika FLUX*, 11(2), 140-149.
- Kodatie, R.J., 2012. *Tata Ruang Air Tanah*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Marjuni, M., Wahyono, S.C., and Siregar, S.S., 2015. Identifikasi Litologi Bawah Permukaan Dengan Metode Geolistrik Pada Jalan Trans Kalimantan yang Melewati Daerah Rawa di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika FLUX*, 12(1), 54-62.
- Nurfalaq, A., and Manrulu, R.H., 2016. Investigasi Penyebaran Lapisan Pembawa Emas Menggunakan Metode Geolistrik Resistivity di Kelurahan Latuppa. *Prosiding Seminar Nasional* 2(1).
- Prasetiawati, L., 2004. *Aplikasi Metode Resistivitas dalam Eksplorasi Endapan Laterit Nikel serta Studi Perbedaan Ketebalan Endapannya Berdasarkan Morfologi Lapangan*. Jakarta: Program Sarjana Sains FMIPA, Universitas Indonesia.
- Reynolds, J.M., 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*.

- New York: John and Wiley and Sons Ltd.
- Singh, K.B., Lokhande, R.D., Prakash, A., 2004. Multielectrode Resistivity Imaging Technique for The Study of Coal Seam. *Journal of Scientific and Industrial Research*, 63, 927-930.
- Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics Second Edition*. United Kingdom: Cambridge University Press.
- Wahyono, S.C., 2011. Pendugaan Lapisan Akuifer dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Rampa Manunggul, Kotabaru. *Jurnal Fisika FLUX*, 8(1), 66-74.
- Wardani, I., Wahyono, S.C., and Sota, I., 2016. Pendugaan Air Tanah dengan Metode Geolistrik Schlumberger di Desa Takuti Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika FLUX*, 13(1), 79-88.