



## **STUDI POTENSI AIR TANAH MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK KONFIGURASI SCHLUMBERGER DAN WENNER DI KAMPUNG NAMBON KABUPATEN JAYAPURA**

**Zakaria Victor Kareth dan Kezia Noviani Anou**

*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih*

*Email: [zvzareth@gmail.com](mailto:zvzareth@gmail.com)*

---

### **INFO ARTIKEL**

**Status artikel:**

Diterima: 13 Februari 2022

Disetujui: 21 September 2022

Tersedia online: 23 September 2022

**Keywords:** Groundwater, Geoelectric method, VES, ERT, PyGIMLi

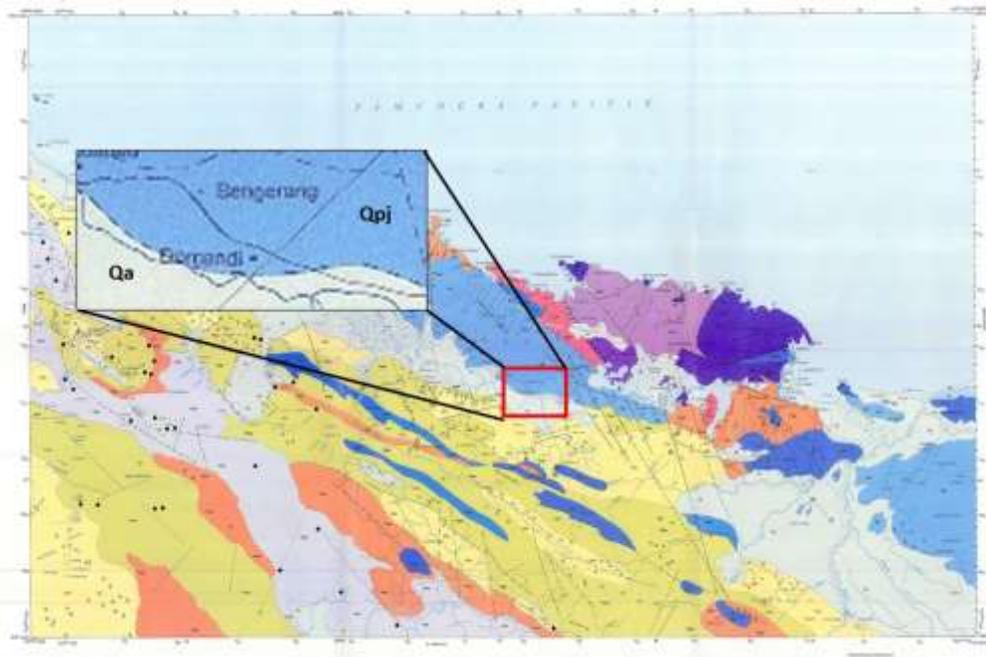
### **ABSTRACT**

Kampung Nambon is a village in Jayapura regency which has no access to clean water. Groundwater is an alternative water source for villages which are prone to surface water sources. Groundwater aquifers are porous and permeable subsurface layers which can hold and transmit groundwater. Geoelectric method is a common geophysical method for groundwater exploration due to direct relationship between resistivity and water content. The objective of this study is to characterize subsurface structure of Kampung Nambon and to estimate the depth of potential groundwater aquifer using Vertical Electrical Sounding (VES) of Schlumberger array and Electrical Resistivity Tomography (ERT) of Wenner array. An ERT line of 100 metres whose midpoint is the sounding point of VES with maximum electrode spacing ( $AB/2$ ) of 250 metres were performed. The results show that subsurface at Kampung Nambon is heterogeneous with significant lateral variation where karst formation was estimated at depth range of 5 – 15 meters. This karst formation might contain groundwater flow as indicated by relatively low resistivity values compared to high resistivity background of Limestone from Jayapura formation (Qpj).

## 1. PENDAHULUAN

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia sehingga ketersediaannya dalam jumlah yang cukup dan mudah diakses menjadi syarat penting bagi keberlangsungan hidup manusia. Kampung Nambon adalah salah satu kampung rawan air bersih di Kabupaten Jayapura. Lokasi kampung yang jauh dari sumber air permukaan membuat warga kampung Nambon hanya bergantung pada air hujan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Air tanah merupakan sumber alternatif air bersih bagi kampung yang tidak memiliki akses ke sumber air permukaan seperti sungai dan danau. Air tanah adalah air yang terdapat di bawah permukaan pada zona jenuh air, dan berasal dari air hujan dan air permukaan yang meresap melalui zona tak jenuh menuju zona jenuh (Volentino, 2013). Akuifer adalah lapisan bawah permukaan yang permeable dengan porositas yang tinggi sehingga dapat menampung dan mengalirkan air (Hanifa dkk., 2016).



**Gambar 1.** Peta Geologi lembar Jayapura. Kampung Nambon (kotak merah) terletak pada formasi Jayapura (Qpj) dan alluvium dan endapan pantai (Qa) (Suwarna & Noya, 1995).

Secara geologi, kampung Nambon berada pada formasi Jayapura (Qpj) di selatan yang terdiri atas Batugamping koral-ganggang, Batugamping kapuran, Batugamping napalan. Di utara kampung Nambon terdapat formasi alluvium dan endapan pantai (Qa) yang terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lumpur.

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan dalam eksplorasi air tanah karena murah, cepat dan ramah lingkungan. Struktur bawah permukaan dan

potensi akuifer dapat dipetakan berdasarkan nilai resistivitas material bawah permukaan dimana akuifer air tanah secara umum memiliki resistivitas lebih rendah dibanding batuan bukan akuifer. Benabdelouahab dkk (2019), menggunakan metode geolistrik 1D *Vertical Electrical Sounding* (VES) konfigurasi Schlumberger dan 2D *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) konfigurasi Wenner-Schlumberger untuk mengkarakterisasi akuifer dan lingkungan air tanah di dataran Ghis-Nekor, Maroko Utara. Secara hidrogeologi, daerah penelitian tersusun atas batu pasir, batu gamping, batu lempung, alluvial dan batuan vulkanik, serta jaringan sungai yang padat yang mengalir dari utara ke selatan menuju dataran pantai. Berdasarkan hasil analisis data VES dan ERT, ketebalan akuifer bervariasi antara 5 meter hingga 430 meter dan terdapat lapisan akuifer dengan ketebalan antara 1 meter hingga 50 meter. Lebih lanjut, analisis data VES dan ERT menunjukkan bahwa akuifer rentan terhadap intrusi air laut dan kontaminasi limbah oleh tempat pembuangan sampah akhir.

Puspita & Suyanto (2020) menggunakan metode 1D VES konfigurasi Schlumberger dan 2D ERT konfigurasi dipole-dipole untuk mengestimasi kedalaman potensi akuifer tertekan di kampung Noborejo, Salatiga. Kampung Noborejo, secara hidrogeologi, merupakan bagian dari cekungan air tanah Salatiga dimana formasi geologinya didominasi oleh deposit vulkanik Merbabu. Pengukuran VES dan ERT dilakukan masing-masing sebanyak 4 titik dan 4 lintasan. Hasil Analisa data VES dan ERT menunjukkan bahwa akuifer tertekan berada pada kedalaman yang cukup besar dan bervariasi antara 70 meter hingga 140 meter. Data VES dan ERT juga menunjukkan nilai resistivitas background yang sangat tinggi menunjukkan bahwa akuifer tertekan berada pada rekahan dan belahan dari formasi breksi vulkanik.

Metode geolistrik juga diaplikasikan dalam studi air tanah di daerah karst. Maemuna dkk (2017) menggunakan metode VES konfigurasi Schlumberger untuk menduga akuifer di Kawasan karst Gembong Selatan kecamatan Buayan kabupaten Kebumen. Sebanyak lima titik sounding yang dilakukan dan didapati akuifer air tanah dangkal pada kedalaman 7 hingga 24 meter berupa pasir dan akuifer dalam pada kedalaman 131 hingga 242 meter berupa batuan Breksi dan Pasir gampingan.

Seperti penelitian sebelumnya, Sehad & Ratsanjani (2021) menggunakan metode VES konfigurasi Schlumberger dalam eksplorasi air tanah di daerah perbukitan kapur di desa Darmakradenan kecamatan Ajibarang kabupaten Banyumas. Terdapat lima titik sounding yang dilakukan pada penelitian ini dengan Panjang bentangan ( $AB/2$ ) adalah 200 m. Meskipun tidak menemukan akuifer yang berpotensi untuk dieksploitasi, penelitian ini mengindikasikan dugaan saluran bagi air permukaan yang mengalir menuju sungai bawah tanah yang lebih dalam.

Tujuan penelitian ini adalah mendeskripsikan struktur bawah permukaan dan mengestimasi kedalaman potensi akuifer air tanah di kampung Nambon, kabupaten Jayapura menggunakan metode geolistrik VES konfigurasi Schlumberger dan ERT konfigurasi Wenner.

Penelitian ini merupakan penelitian air tanah pertama yang dilakukan di kampung Nambon, sehingga dapat dijadikan rujukan bagi penelitian air tanah di masa yang akan datang di kampung Nambon dan sekitarnya.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Resistivity Meter model IRES T300f dan GPS Garmin Oregon 650. Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan. Tahap pertama terdiri atas studi literatur dan survey awal daerah penelitian yang mencakup topografi daerah penelitian, sumber air permukaan, serta lokasi titik dan lintasan survey.

Tahap kedua adalah pengambilan data. Pada tahapan ini, metode geolistrik yang digunakan adalah 1D VES konfigurasi Schlumberger sebanyak 3 titik dan 2D ERT konfigurasi Wenner sebanyak satu lintasan sepanjang 100 meter dengan spasi satuan minimum 5 meter. Panjang bentangan ( $AB$ ) pada survey VES adalah 500 meter, serta penyampelan data dilakukan secara logaritma dengan 8 titik sample tiap siklus. Arus listrik diinjeksi ke dalam tanah melalui elektroda arus ( $C_1$ ,  $C_2$ ) dan beda potensial listrik  $\Delta V$  diukur akan diukur oleh dua elektroda potensial ( $P_1$ ,  $P_2$ ) untuk menentukan distribusi spasial resistivitas semu  $\rho_a$  yang dihitung menggunakan persamaan berikut

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

$$K = 2\pi \left[ \frac{1}{C_1 P_1} - \frac{1}{C_1 P_2} - \frac{1}{C_2 P_1} + \frac{1}{C_2 P_2} \right]^{-1} \quad (2)$$

Dimana  $K$  adalah faktor geometri yang bergantung pada konfigurasi elektroda dengan  $C_1 P_1$ ,  $C_1 P_2$ ,  $C_2 P_1$  dan  $C_2 P_2$  masing-masing adalah jarak pisah antara elektroda arus dan elektroda potensial sesuai indeks subskrip. Faktor geometri untuk konfigurasi elektroda Schlumberger ( $K_{sch}$ ) dan Wenner ( $K_w$ ) dengan jarak pisah unit elektroda  $a$  diberikan oleh persamaan berikut:

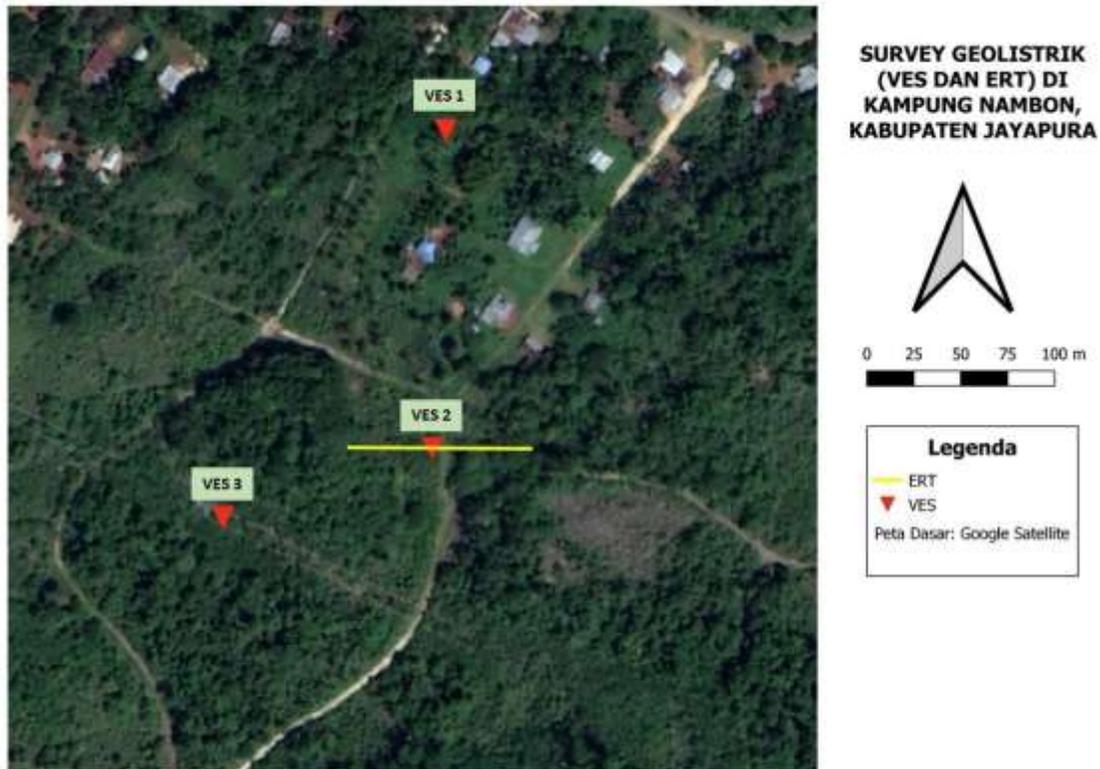
$$K_{sch} = \pi n(n+1)a, \quad n > 3 \quad (3)$$

$$K_w = 2\pi n a, \quad n \geq 1 \quad (4)$$

Tahap ketiga adalah pengolahan dan interpretasi data. Tahapan ini meliputi perhitungan faktor geometri dan resistivitas semu menggunakan persamaan-persamaan (1), (2), (3) dan (4), serta pemodelan inversi. Pemodelan inversi VES dilakukan menggunakan software IPI2Win (Bobachev, 2002; Kurniawan, 2009), sedangkan inversi data ERT dilakukan menggunakan PyGIMLi (Rücker dkk., 2017). Interpretasi hasil inversi dilakukan menggunakan Tabel 1 dan informasi geologi.

**Tabel 1.** Nilai resistivitas batuan (Reynolds, 2011)

Jenis Batuan	Nilai resistivitas ( $\Omega m$ )
Batu Gamping ( <i>Limestones</i> )	50 – 10 <sup>7</sup>
Lempung ( <i>clay</i> )	1 – 100
Alluvial dan pasir	10 – 800

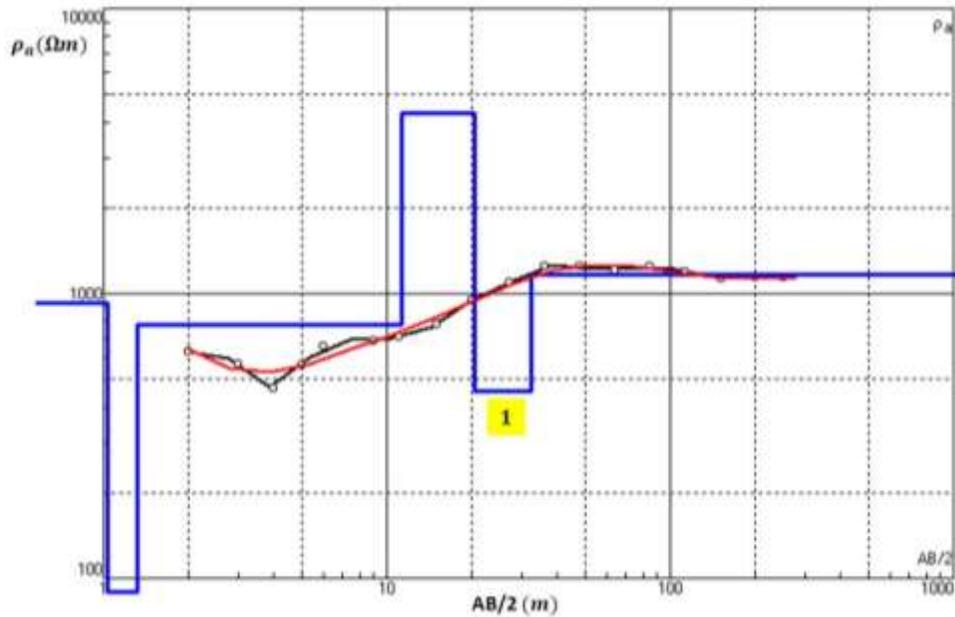


**Gambar 2.** Survei geolistrik berupa garis profil ERT (kuning) dan VES (segitiga merah) di Kampung Nambon, Kabupaten Jayapura

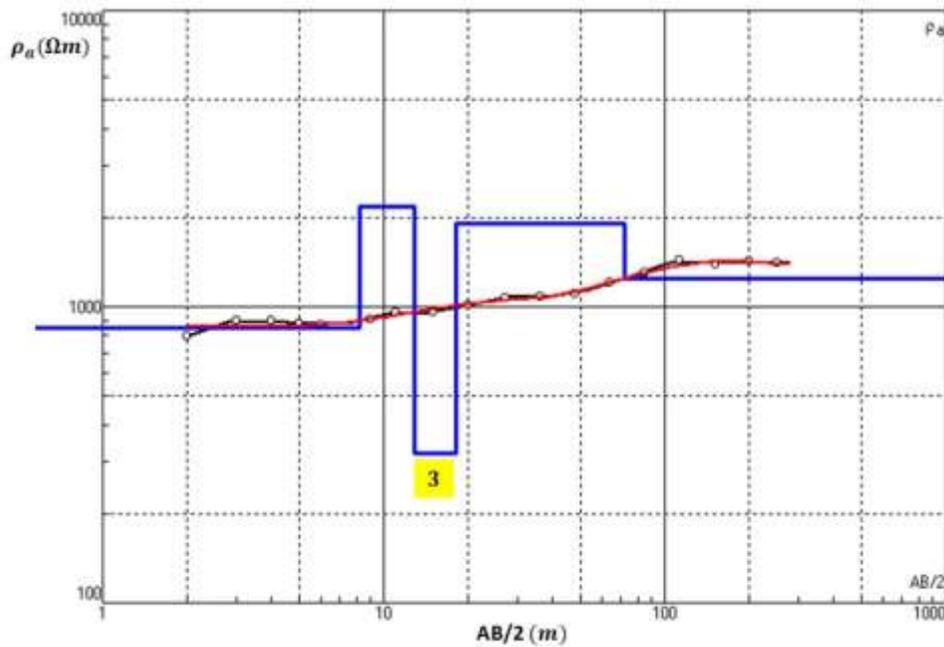
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi hasil pemodelan inversi VES titik 1 (Gambar 3), 2 (Gambar 5) dan 3 (Gambar 4) adalah sebagai berikut. Dari sudut pandang 1D, dimana struktur bawah permukaan tersusun atas lapisan-lapisan homogen, kampung Nambon terdiri atas 3 lapisan utama. Lapisan pertama adalah lapisan tanah atas (*topsoil*) yang merupakan campuran lapukan batu Gamping, Lempung dan Pasir dengan rentang resistivitas antara 90 – 2000  $\Omega m$  dan rentang kedalaman antara 2 – 11 m. lapisan kedua merupakan lapisan batuan keras (*half space*) yang tersusun atas batu Gamping padatan yang sangat resistif, yaitu antara 1200 – 4000  $\Omega m$  dan kedalaman paling dangkal adalah 2 m yang merupakan formasi Jayapura (Qpj). Lapisan ketiga adalah lapisan konduktif (Anomali 1, 3, dan 2 pada Gambar

3, Gambar 4 dan Gambar 5) yang berada di dalam formasi Jayapura (Qpj). Rentang resistivitas dan kedalaman lapisan ini masing-masing adalah  $150 - 480 \Omega m$  dan  $5 - 30$  meter. Lapisan ini diduga merupakan karst yang terbentuk pada formasi Jayapura (Qpj) dan mengandung aliran air tanah sehingga memiliki nilai resistivitas yang sangat rendah dibanding nilai resistivitas *background* yang tinggi di atas  $1000 \Omega m$  yang adalah batu Gamping formasi Jayapura (Qpj).



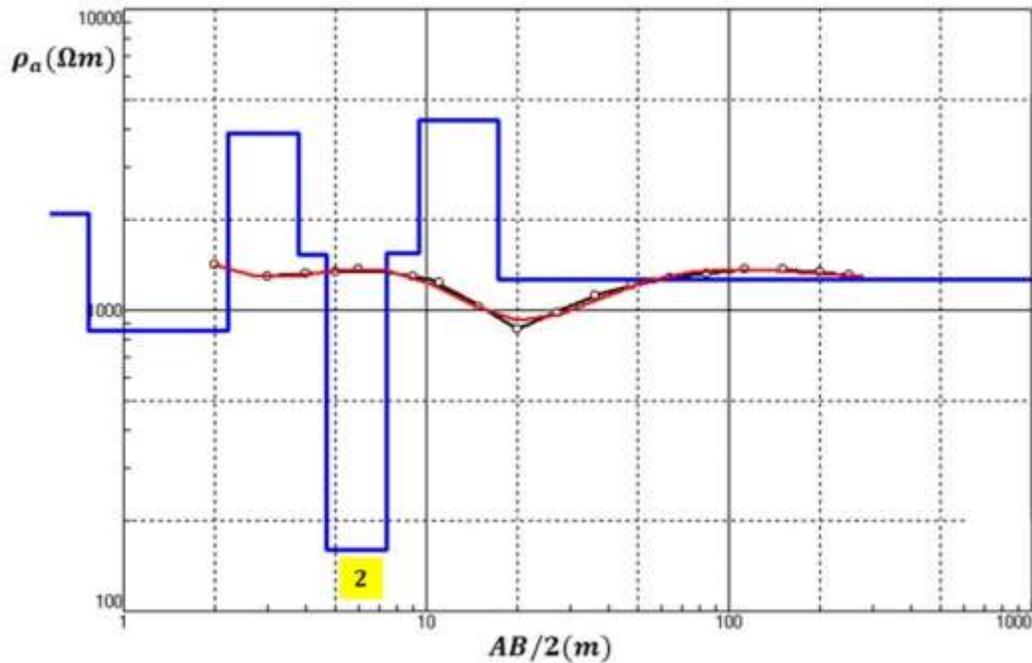
**Gambar 3.** Hasil pemodelan inversi titik VES1 menggunakan software IPI2Win. Data resistivitas semu  $\rho_a$  (titik putih-garis hitam), resistivitas semu forward modeling (merah) dan model resistivitas biru.



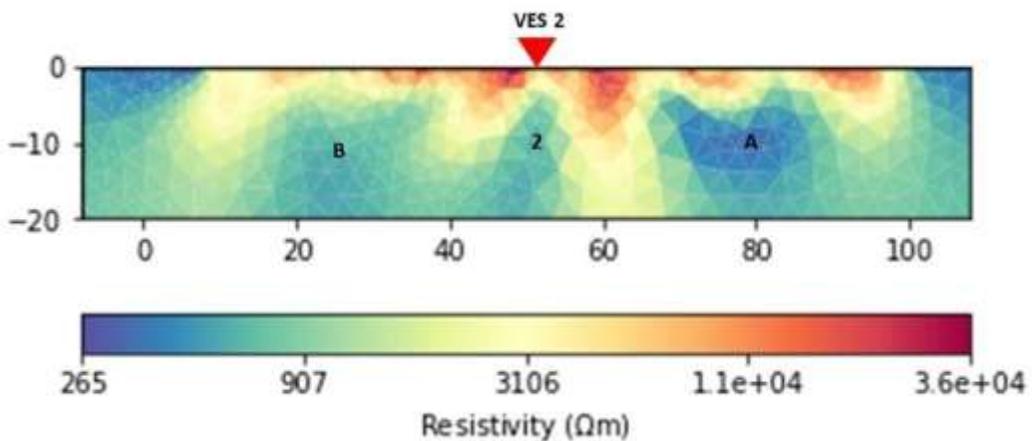
**Gambar 4.** Hasil pemodelan inversi titik VES 3 menggunakan software IPI2Win. Data resistivitas semu  $\rho_a$  (titik putih-garis hitam), resistivitas semu forward modeling (merah) dan model resistivitas biru.

Model 2D resistivitas bawah permukaan hasil inversi data ERT (Gambar 6) mengindikasikan tiga anomaly konduktif. Ketiga anomaly ini berada pada rentang kedalaman 5 hingga 15 meter dimana jarak anomaly 2, A dan B masing-masing adalah 50 meter, 80 meter, dan 25 meter. Anomali 2 pada model 2D juga sesuai dengan hasil model inversi titik VES 2 (Gambar 5). Ketiga anomaly ini diduga merupakan formasi karst yang mengandung aliran air tanah yang diidentifikasi melalui nilai resistivitasnya lebih kecil dibanding nilai resistivitas *background*. Variasi lateral nilai resistivitas pada kedalaman 5 hingga 20 meter menunjukkan bahwa bawah permukaan di kampung Nambon adalah heterogen.

Perbedaan dugaan kedalaman formasi karst pada pemodelan resistivitas 1D dan 2D diakibatkan oleh keterbatasan fisis model 1D VES yang berasumsi bawah-permukaan tersusun atas lapisan-lapisan homogen, sedangkan kenyataan menunjukkan bawah-permukaan adalah heterogen dan terdapat variasi lateral yang cukup signifikan (Gambar 6).



**Gambar 5.** Hasil pemodelan inversi titik VES 2 menggunakan software IPI2Win. Data resistivitas semu  $\rho_a$  (titik putih-garis hitam), resistivitas semu forward modeling (merah) dan model resistivitas (biru).



**Gambar 6.** Hasil pemodelan inversi data ERT menggunakan PyGIMLi dimana garis profil ERT sepanjang 100 meter dan titik VES 2 berada di tengah (50m) garis profil ERT.

Model resistivitas 2D (*Gambar 6*) menunjukkan bahwa permukaan kampung Nambon terdiri atas lapisan tanah atas (top soil) yang resistif, lapisan batuan gamping keras yang

merupakan bagian dari formasi Jayapura (Qpj). Pada batuan gamping tersebut diduga terbentuk saluran air bawah tanah yang dindikasikan oleh tiga anomaly konduktif (B, 2 dan A). Model resistivitas 2D pada bagian paling kiri sebelum jarak 0 meter dan paling kanan setelah 100 meter tidak dapat diinterpretasikan karena berada diluar bentangan.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa struktur bawah permukaan kampung Nambon adalah heterogen dan memiliki formasi karst pada kedalaman 5 hingga 15 meter yang diduga mengandung air tanah yang diindikasikan oleh nilai resistivitas yang lebih rendah dibanding nilai resistivitas *background*. Karena sifatnya yang heterogen, penentuan titik bor di kampung Nambon yang akurat harus didasarkan pada kombinasi data VES dan ERT.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada LPPM Universitas Cenderawasih atas Hibah Penelitian PNPB Tahun Anggaran 2021 yang digunakan untuk mendanai penelitian ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Benabdelouahab, S., Salhi, A., Himi, M., Eddine, J., El, S., Albert, M., Ponsati, C., El Messari, J. E. S., & Ponsati, A. C. (2019). Geoelectrical Investigations for Aquifer Characterization and Geoenvironmental Assessment in Northern Morocco. *Environmental Earth Sciences*, 78(6), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8221-4>.
- Bobachev, C. (2002). IPI2Win: A windows software for an automatic interpretation of resistivity sounding data. *Moscow State University*, 320.
- Hanifa, D., Sota, I., & Siregar, S. S. (2016). Penentuan Lapisan Akuifer Air Tanah dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Dewa Sungai Jati Kecamatan Mataram Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 13(1), 30–39. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/f/article/view/1636/1414>
- Kurniawan, A. (2009). Basic IP2 Win tutorial. *Hydrogeology World*. [http://geophys.geol.msu.ru/Basic\\_IP2\\_Win\\_Tutorial.pdf](http://geophys.geol.msu.ru/Basic_IP2_Win_Tutorial.pdf).
- Maemuna, S., Darsono, D., & Legowo, B. (2017). Identifikasi Akuifer di Sekitar Kawasan Karst Gombong Selatan Kecamatan Buayan Kabupaten Kebumen dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger. *JFA (Jurnal Fisika Dan Aplikasinya)*, 13(2), 44–48. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12962/j24604682.v13i2.2156>.
- N. Suwarna, & Y. Noya. (1995). Peta Geologi Lembar Jayapura (Pegunungan Cycloops), Irian Jaya, Skala 1:250.000. *Pusan Penelitian Dan Pengembangan Geologi*.
- Puspita, M. B., & Suyanto, I. (2020). Investigation of groundwater aquifer at Noborejo, Salatiga using Electrical Resistivity Tomography (ERT) and Vertical Electrical Sounding (VES) Methods. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*,

- 524(1), 12009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/524/1/012009>.
- Reynolds, J. M. (2011). *An introduction to applied and environmental geophysics*. John Wiley & Sons.
- Rücker, C., Günther, T., & Wagner, F. M. (2017). PyGIMLi: An open-source library for modelling and inversion in geophysics. *Computers & Geosciences*, *109*, 106–123.
- Sehah, M., & Ratsanjani, H. (2021). Eksplorasi sumber air tanah bawah perbukitan kapur (karst) menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger di desa Darmakradenan kecamatan Ajibarang kabupaten Banyumas. *Jurnal Teras Fisika*, *4*(1), 194. <https://doi.org/10.20884/1.jtf.2021.4.1.3863>.
- Volentino, D. (2013). Kajian Pengawasan Pemanfaatan Sumberdaya Air Tanah di Kawasan Industri Kota Semarang. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, *1*(3), 265–274.