

PENDUGAAN KEDALAMAN AIR TANAH DENGAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS DI KAMPUNG ANGGORI KABUPATEN MANOKWARI

Determination Of Ground Water Depth Using Geoelectrical Resistivity Method In Anggori Village, Manokwari Regency

Ruth Grace Iriani Duwiri, Rosalina Rosina Mirino*, Khristian Enggar

Pamuji Prodi Fisika, Jurusan Fisika FMIPA UNIPA

Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari, Kode Pos: 98314

email: r.mirino@unipa.ac.id

ABSTRACT

Determination of groundwater depth using the resistivity geoelectric method was carried out in Anggori. The configuration that has been used is the dipole-dipole configuration with an electrode spacing of 10-20 m and consisting of 5 paths. The data processing and interpretation result show that on line 1, there are layers with resistivity values $< 12 \Omega\text{m}$ at a depth of 13-22 m. With a low resistivity value, this layer can be interpreted as an aquifer. The same thing was also found in line 2. At a depth of 25-50 m in line 2, resistivity values $< 7 \Omega\text{m}$ were associated with aquifers. The two tracks are above the springs used by the community. In lines 3, 4, and 5, data processing and interpretation results do not indicate the presence of groundwater.

Keywords: Geoelectric, Resistivity, Aquifer, Groundwater, dipole-dipole

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang sangat dibutuhkan untuk kelangsungan hidup setiap makhluk hidup. Air meliputi semua air yang terdapat di dalam tanah atau yang terdapat di atas permukaan tanah (Effendi, 2003). Sumber daya air harus dilindungi agar tetap dapat dimanfaatkan dengan baik oleh manusia serta makhluk hidup yang lain. Pemanfaatan air untuk berbagai kepentingan sebaiknya dilakukan secara bijaksana, dengan memperhitungkan kepentingan saat ini dan waktu yang akan datang. Aspek penghematan dan pelestarian sumberdaya air perlu ditanamkan pada segenap pengguna air.

Kampung Anggori merupakan salah satu daerah yang mengalami masalah kuantitas air. Penduduk daerah ini sering mengalami kesulitan mendapatkan air untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Faktor

yang mempengaruhi ialah daerah tersebut berada di dataran tinggi. Daerah ini berbatasan langsung dengan kawasan TWA (Taman Wisata Alam) Gunung Meja yang merupakan daerah resapan air sehingga dimungkinkan terdapat aliran air bawah permukaan.

Kampung Anggori telah memiliki satu sumber mata air yang dikembangkan oleh Universitas Papua (UNIPA) yaitu *Water Pump* Unipa. Mata air ini telah dialirkan melalui pipa-pipa ke perumahan warga dengan harapan setiap perumahan warga mendapatkan air yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari. Pada kenyataannya air yang dialirkan ke perumahan warga masih belum cukup untuk digunakan sehari-hari, karena masalah dalam penyalurannya yang disebabkan oleh beda ketinggian (elevasi) yang begitu jauh antara mata air (*Water Pump* Unipa) dengan lingkungan perumahan warga.

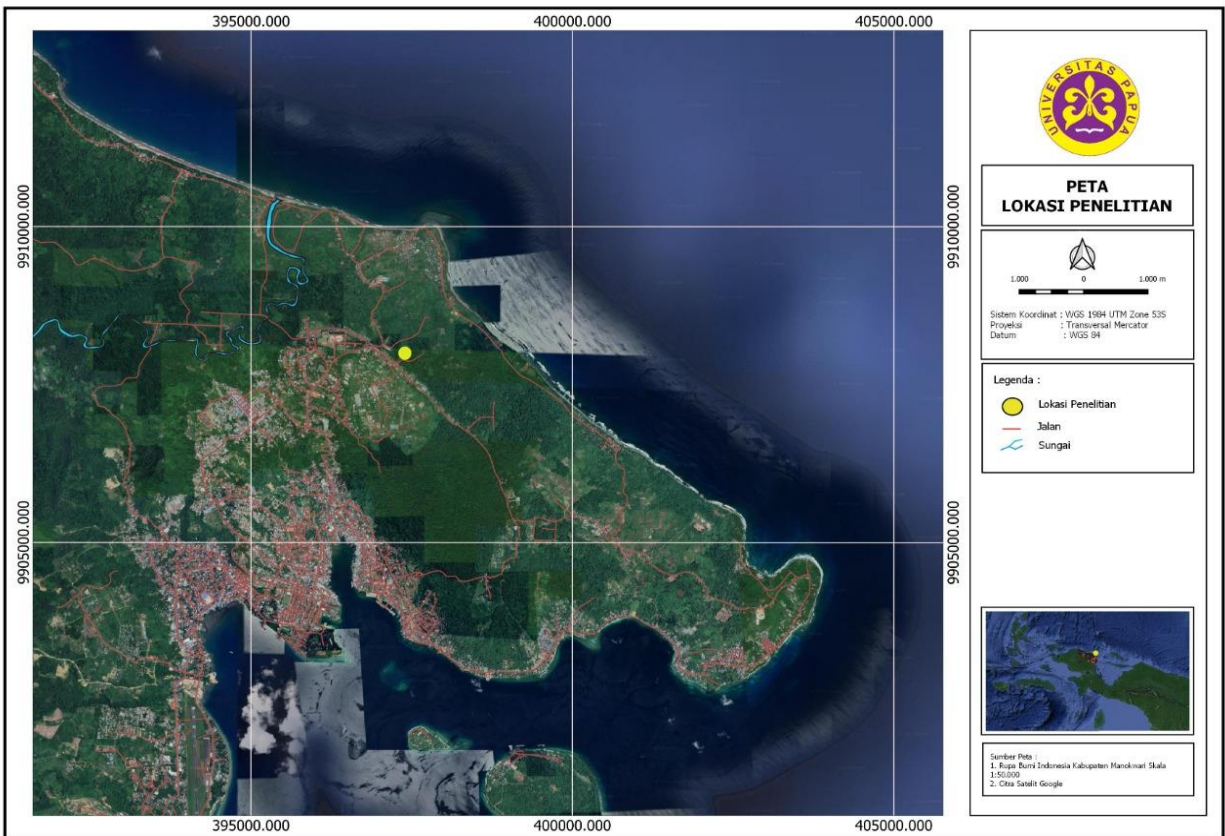
Untuk mengetahui keberadaan air tanah di suatu daerah tertentu, dapat dilakukan penelitian dengan menggunakan metode Geolistrik tahanan jenis (Resistivitas) (Manrulu *et al*, 2018). Geolistrik tahanan jenis memanfaatkan sifat resistivitas listrik batuan untuk mendeteksi dan memetakan formasi bawah permukaan. Metode ini dilakukan melalui pengukuran beda potensial yang ditimbulkan akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi. Sifat-sifat suatu formasi dapat digambarkan oleh tiga parameter dasar yaitu konduktivitas listrik, permeabilitas magnet, dan permitivitas dielektrik (Putriutami *et al*, 2014, Ahmad *et al*, 2016). Sifat konduktivitas batuan berpori dihasilkan oleh sifat konduktivitas dari fluida yang mengisi pori, interkoneksi ruang pori dan sifat konduktivitas dari interfase butiran dan fluida pori (Simbolon, *et al* 2015). Berdasarkan pada nilai resistivitas listriknya, suatu

struktur bawah permukaan bumi dapat diketahui material penyusunnya. Metode geolistrik cukup sederhana, murah dan sangat rentan terhadap gangguan sehingga cocok digunakan dalam eksplorasi dangkal (Silaban, 2014). Desain sistem monitoring menggunakan resistivitas listrik sangat penting untuk mendeteksi aliran air tanah (Handayani *et al*, 2001).

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan keberadaan air tanah dan kedalaman muka aliran air tanah di setiap lintasan berdasarkan interpretasi data geolistrik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di kampung Anggori dengan koordinat 0°49’53,573” LS dan 134°04’47,363” BT sampai 0°50’09,845” LS dan 134°04’44,406” BT. Lokasi penelitian seperti pada gambar 1:



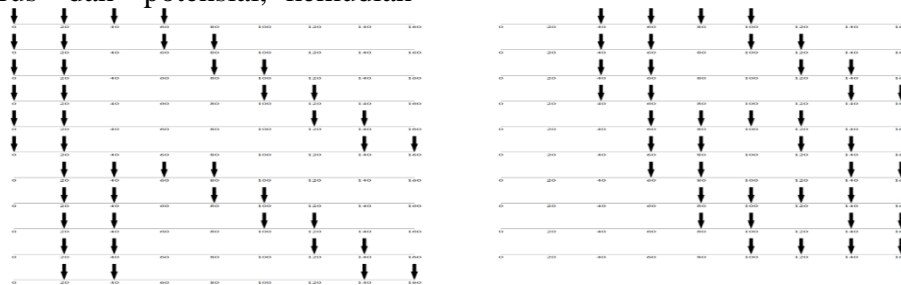
Gambar 1. Lokasi penelitian (sumber: Google Earth, 2016)

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskripsi dengan teknik observasi lapangan atau pengukuran secara langsung di lapangan menggunakan metode geolistrik dengan konfigurasi *Dipole-dipole*. Beberapa tahapan akuisisi data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penentuan titik pengukuran pada peta lapangan.
Peta lapangan yang akan disurvei dipelajari terlebih dahulu untuk menentukan posisi yang tepat bagi titik pengukuran dengan memperhatikan faktor geologi dan faktor topografi.
2. Penempatan titik pengukuran di lapangan.
Pada tahapan ini, titik pengukuran yang telah ditentukan di peta, dicari posisinya secara tepat di lapangan.
3. Pengambilan data.
Diawali dengan menentukan arah bentangan elektroda arus dan potensial, kemudian

meteran dibentangkan sesuai dengan arah bentangan, dilanjutkan dengan pengaturan peralatan sedemikian rupa sehingga mempermudah pelaksanaan pengukuran. Pengambilan data ini dilakukan pada 3 titik yang berbeda pada lokasi penelitian. Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam pengukuran ini adalah konfigurasi *Dipole-dipole* (Gambar 2) dengan panjang bentangan di setiap titik pengukuran maksimum AN adalah 160 meter dan jarak antar bentangan ± 50 meter.

Data yang diperoleh dari pengukuran lapangan menggunakan Resistivity meter, diolah menggunakan *software* aplikasi geolistrik *Res2Dinv*, kemudian diinterpretasi untuk mengetahui kedalaman air tanah. Beda tinggi dari setiap lintasan pengambilan data ditentukan dengan menggunakan Theodolit.



Gambar 2. Konfigurasi *Dipole-dipole* (Priambodo et al, 2011)

HASIL DAN PEMBAHASAN

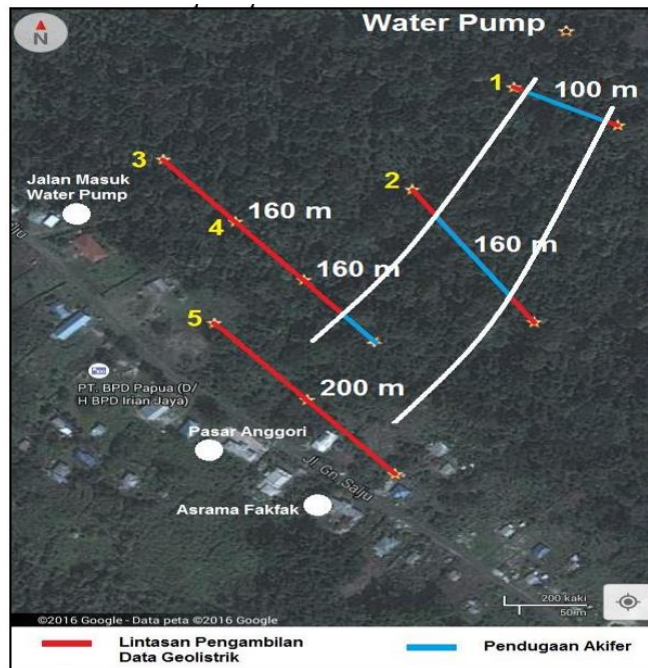
Posisi lintasan survei geolistrik di lokasi studi dapat dilihat pada Gambar 3. Parameter pengukuran dapat dilihat pada tabel 1. Lintasan 1 memiliki beda tinggi (ΔH)

sekitar 30.8 m dari lokasi *water pump*, dan lintasan 5 memiliki beda tinggi kurang lebih 94 meter dari *water pump*.

Tabel 1. Parameter Pengukuran

Parameter Pengukuran	Koordinat Lintasan	Panjang Lintasan	Spasi Elektroda	Beda Tinggi (ΔH) dari <i>Water Pump</i>	Cuaca Pengukuran	Saat Pengukuran
Lintasan 1	0°49'57.720 LS & 134°04'50.12" BT	100 m	10 m	30,8 m	Cerah	
Lintasan 2	0°49'59.83" LS & 134°04'45.21" BT	160 m	20 m	43.7 m	Cerah	
Lintasan 3	0°49'58.87" LS & 134°04'39.25" BT	160 m	20 m	69.1 m	Cerah	
Lintasan 4	0°50'00.88" LS &	160 m	20 m	69.1 m	Cerah	

	134°04'40.99" BT				
Lintasan 5	0°50'03.65" LS & 134°04'41.40" BT	200 m	25 m	97.4 m	Cerah



Gambar 3. Lintasan geolistrik di sekitar Water Pump Unipa, Anggori (Google Map, 2016)

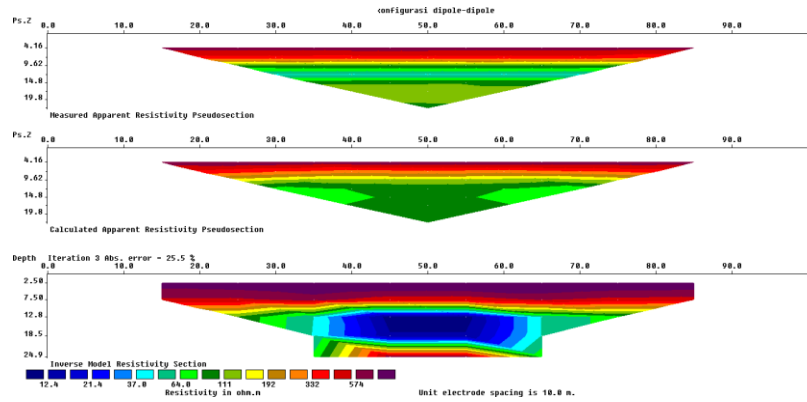
Hasil pengukuran dan pengolahan data pada lintasan 1

Lokasi ini berada pada ketinggian 30,8 m dari lokasi *Water Pump* dan berjarak ±57 m dari *Water Pump*. Panjang bentangan 100 m, dengan spasi elektroda 10 m. Hasil yang diperoleh dari pengolahan data dengan menggunakan software *Res2Dinv* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa lapisan *iso-resistivity* (batuan dengan resistivitas sama) dengan kesalahan RMS 25,5 %. Pada Lintasan ini, terlihat bahwa terjadi variasi/perbedaan nilai resistivitas (ρ) yang sangat jelas, beberapa lapisan mengalami peningkatan dan juga penurunan nilai resistivitas(ρ), seperti terlihat pada Gambar 4.

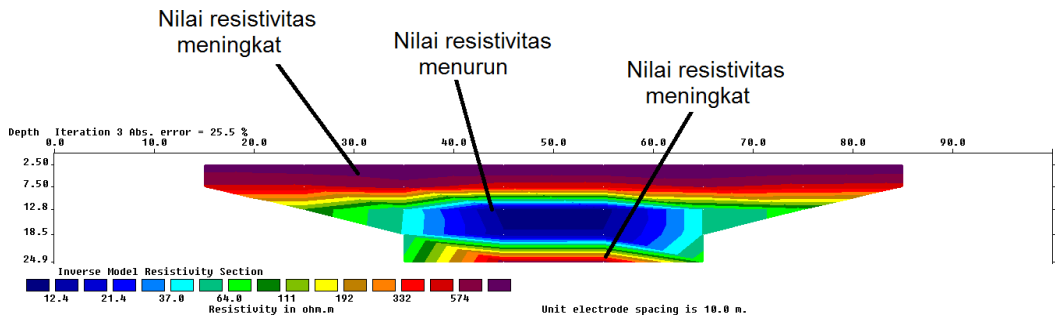
Lapisan-lapisan di dekat permukaan lintasan, yaitu pada kedalaman 2-10 m menunjukkan nilai resistivitas (ρ) tinggi yaitu ±500 Ω m, sebaliknya pada kedalaman sekitar 13-22 m menunjukkan penurunan

nilai resistivitas (ρ) sekitar 12 Ω m (ditunjukkan dengan warna hijau muda sampai biru tua). Nilai resistivitas (ρ) rendah menunjukkan bahwa pada lintasan ini terdapat air tanah. Pada kedalaman ±20 m dan seterusnya terjadi peningkatan nilai resistivitas (ρ) yang ditunjukkan dengan warna hijau tua sampai ungu tua (Gambar 5). Pada lapisan dengan nilai resistivitas (ρ) rendah 12-64 Ω m di kedalaman sekitar 13-22 m menunjukkan bahwa lapisan ini mengandung air tanah dan dapat dianggap sebagai suatu akifer.

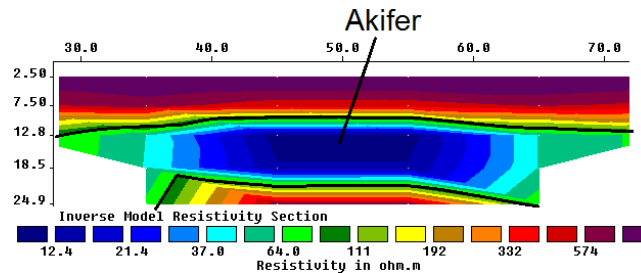
Pada Gambar 6 terlihat bahwa terdapat lapisan akuifer yang cukup potensial. Beda ketinggian (ΔH) dari lokasi *Water Pump* ke lintasan 1 adalah 30,8 m, pada lintasan ini dianggap bahwa akifer dapat dijangkau dengan kedalaman ±13 m



Gambar 4. Hasil Pengolahan Data Resistivitas dengan Menggunakan *Res2Dinv* pada Lintasan 1 di sekitar Lokasi *Water Pump* Unipa



Gambar 5. Penampang Lintasan 1



Gambar 6. Akifer pada lintasan 1

Hasil pengukuran dan pengolahan data pada lintasan 2

Lokasi ini berada pada ketinggian 12,9 m dari lintasan 1 dan berjarak ±148,4m dari pengolahan data pada lintasan 1, dengan kesalahan RMS 27,9 %. Pada Lintasan ini, terlihat bahwa terjadi variasi/perbedaan nilai resistivitas (ρ) yang sangat jelas sama halnya dengan lintasan 1, beberapa lapisan mengalami peningkatan dan juga penurunan nilai resistivitas (ρ), seperti terlihat pada Gambar 7.

lintasan 1. Panjang bentangan 160 m, dengan spasi elektroda 20 m. Hasil yang diperoleh dari pengolahan data pada lintasan 2 tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh

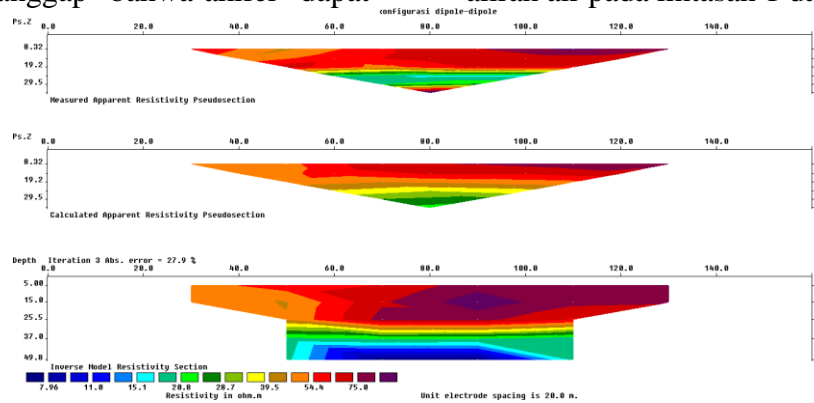
Lapisan-lapisan pada kedalaman 5-20 m menunjukkan nilai resistivitas (ρ) yang meningkat yaitu 39,5-75 Ω m (ditunjukkan dengan warna coklat sampai ungu tua), sebaliknya pada kedalaman sekitar 25-50 m menunjukkan penurunan nilai resistivitas (ρ) 7-39 Ω m (ditunjukkan dengan warna kuning sampai biru tua). Nilai resistivitas (ρ) rendah

menunjukkan bahwa pada lintasan ini terdapat air tanah yang terlihat pada jarak 50 m dari titik awal lintasan (Gambar 8). Pada lapisan dengan nilai resistivitas (ρ) rendah 7-

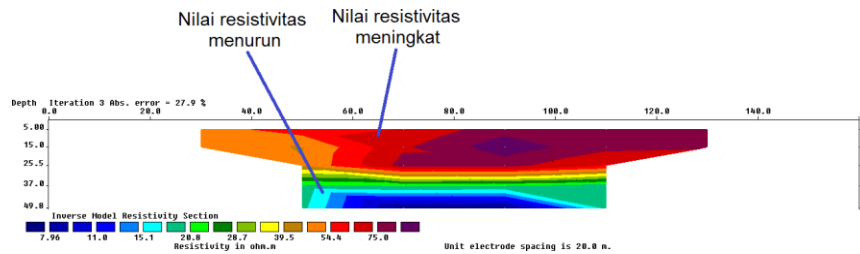
39 Ω m di kedalaman sekitar 25-50 m pada jarak 50 m dari titik awal lintasan yang menunjukkan bahwalapisan ini mengandung air tanah, sehingga dapat dianggap sebagai suatu akifer.

Pada Gambar 9 terlihat bahwa akifer cukup potensial. Beda ketinggian (ΔH) dari lintasan 1 ke lintasan 2 adalah 12,9 m, pada lintasan ini dianggap bahwa akifer dapat

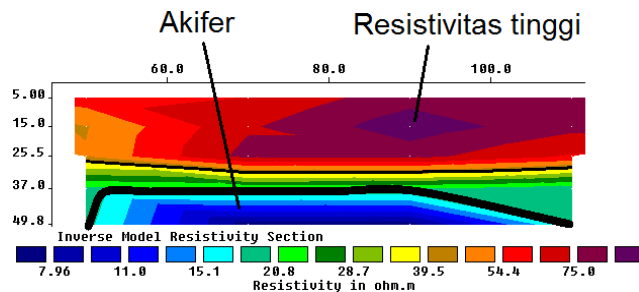
dijangkau dengan kedalaman sekitar 25-50 m, dimana air tanah yang mengalir pada *Water Pump* dapat disimpulkan berasal dari aliran air pada lintasan 1 dan lintasan 2.



Gambar 7. Hasil Pengolahan Data Resistivitas pada Lintasan 2 di sekitar Lokasi *Water Pump* Unipa



Gambar 8. Penampang Lintasan 2



Gambar 9. Akifer pada lintasan 2

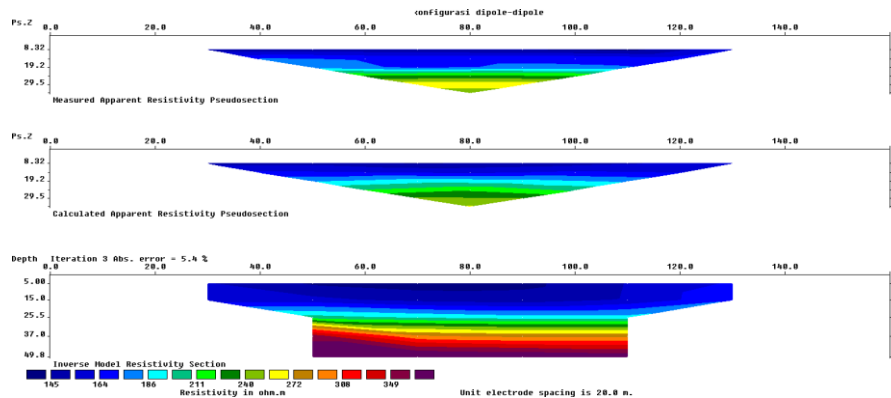
Hasil pengukuran dan pengolahan data pada lintasan 3

Lokasi ini berada pada ketinggian

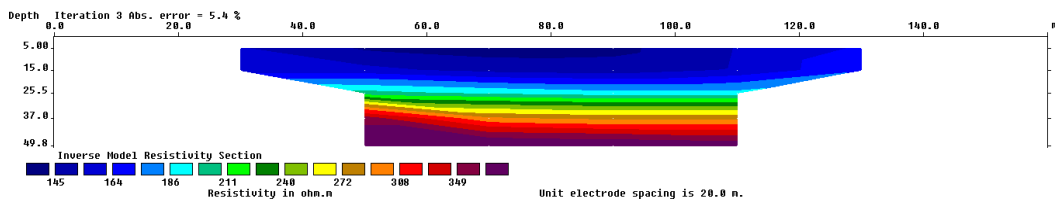
25,4 m dari lintasan 2 dan berjarak $\pm 162,3$ m dari lintasan 1. Panjang bentangan 160 m, dengan spasi elektroda 20 m. Hasil yang

diperoleh dari pengolahan data pada lintasan 3 sangat berbeda dengan hasil yang diperoleh dari pengolahan data pada lintasan 1 dan lintasan 2, dengan kesalahan RMS 5,4 %. Pada Lintasan ini, terlihat bahwa lapisan-lapisan pada permukaan mempunyai nilai resistivitas (ρ) lebih rendah dari pada lapisan-lapisan di kedalaman dimana semakin ke dalam nilai resistivitas (ρ) semakin meningkat, seperti terlihat pada Gambar 10.

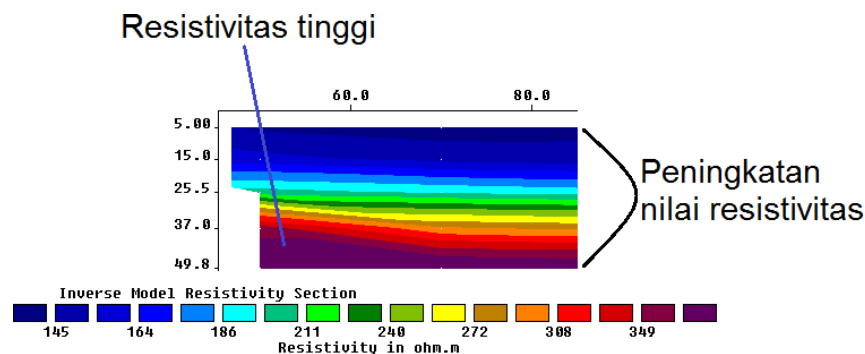
Hasil pengolahan data geolistrik pada lintasan ini dapat diinterpretasikan sampai kedalaman 50 m dan hasil yang diinterpretasikan tidak dapat menunjukkan adanya air tanah dengan nilai resistivitas (ρ) terendah mencapai 140 Ω m. Terlihat bahwa di kedalaman 26 m pada jarak 50 m dari titik awal lintasan, nilai resistivitasnya meningkat ke 200-300 Ω m (Gambar 11 dan Gambar 12).



Gambar 10. Hasil Pengolahan Data Resistivitas dengan Menggunakan *Res2Dinv* pada Lintasan 3 di sekitar Lokasi *Water Pump* Unipa



Gambar 11. Penampang Lintasan 3



Gambar 12. Resistivitas (ρ) tinggi pada Lintasan 3

Hasil pengukuran dan pengolahan data pada lintasan 4

Lintasan 4 dimulai dari setengah (1/2)

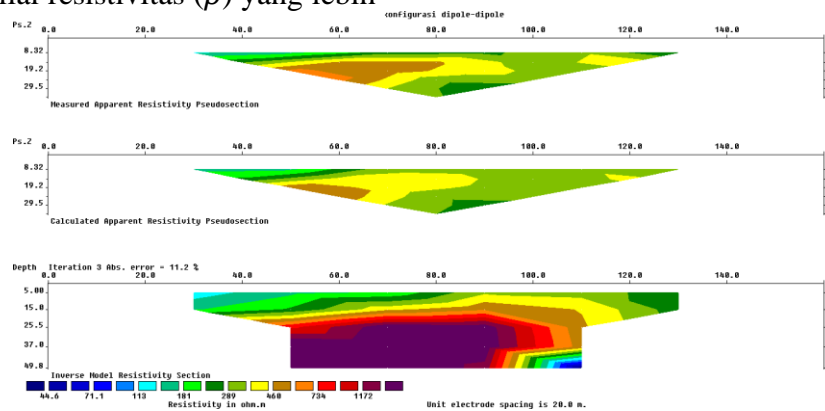
lintasan pada lintasan 3, disambungkan pada 80 m akhir dari lintasan 3, sehingga setengah dari lintasan 4 berada pada setengah dari

lintasan 3 (bersambungan) dan kedua lintasan tersebut tampak seperti satu lintasan panjang. Panjang bentangan 160 m, dengan spasi elektroda 20 m (Gambar 13).

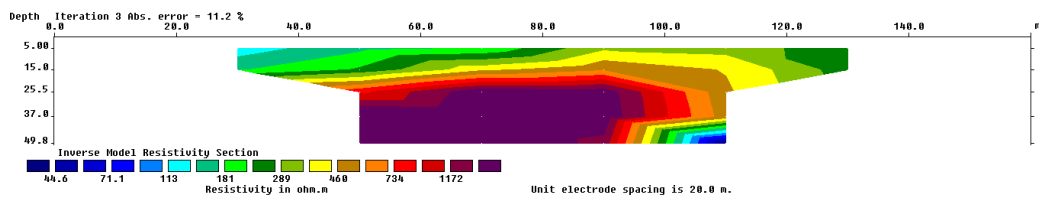
Hasil yang diperoleh dari pengolahan data pada lintasan 4 tidak jauh berbeda dengan hasil yang diperoleh dari pengolahan data pada lintasan 3, dengan kesalahan RMS 11,2 %. Terlihat bahwa lapisan-lapisan pada permukaan mempunyai nilai resistivitas (ρ) lebih rendah dari pada lapisan-lapisan di kedalaman, semakin ke dalam nilai resistivitas (ρ) semakin meningkat, seperti terlihat pada Gambar 14.

Lapisan-lapisan di dekat permukaan lintasan, yaitu pada kedalaman 5-20 m menunjukkan nilai resistivitas (ρ) yang lebih

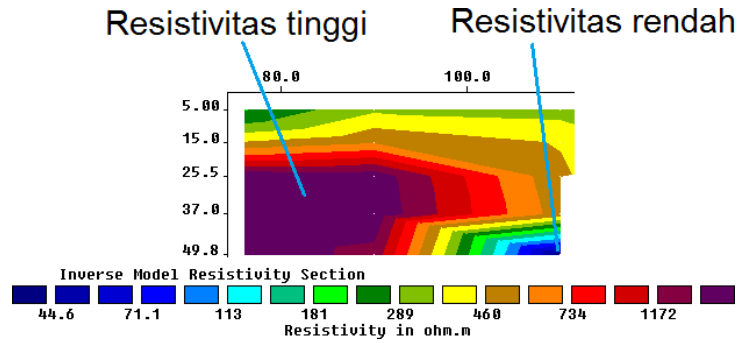
rendah yaitu 100-200 Ω m (ditunjukkan dengan warna biru muda menuju kuning-kehijauan) dibandingkan dengan lapisan-lapisan pada kedalaman sekitar 20-49,8 m yang menunjukkan nilai resistivitas (ρ) meningkat tajam dari 300 Ω m hingga 1200 Ω m (ditunjukkan dengan warna kuning menuju ungu tua).nPada kedalaman 45 m, pada jarak 105 m dari titik awal lintasan yaitu 40 Ω m menunjukkan bahwa pada lintasan ini terdapat kemungkinan adanya akifer (ditunjukkan dengan warna biru tua), tetapi belum dapat dipastikan kedalamannya dimana diperkirakan kedalamannya mencapai >50 m dari permukaan lintasan (Gambar 15).



Gambar 13. Hasil Pengolahan Data Resistivitas dengan Menggunakan *Res2Dinv* pada Lintasan 4



Gambar 14. Penampang Lintasan 4



Gambar 15. Resistivitas (ρ) tinggi pada Lintasan 4

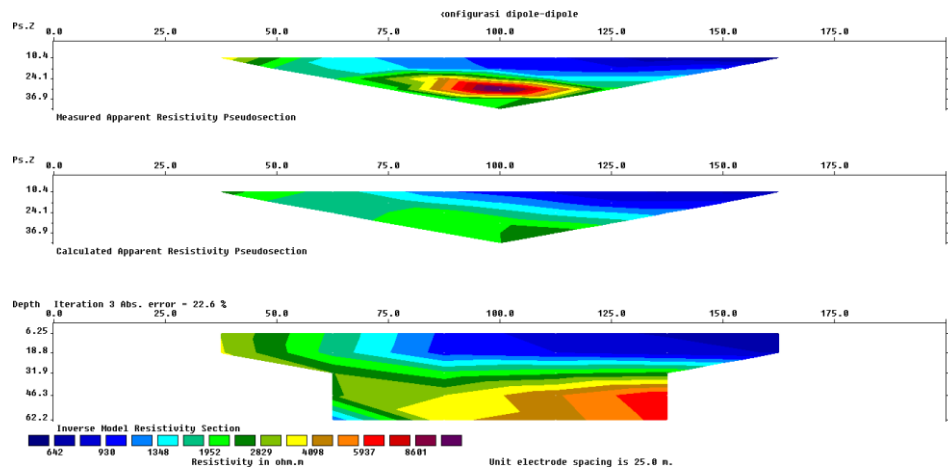
Hasil pengukuran dan pengolahan data pada lintasan 5

Lokasi ini berada pada ketinggian 28,3 m dari lintasan 3 dan lintasan 4, dan berjarak ±139 m dari lintasan 3. Panjang bentangan 200 m, dengan spasi elektroda 25 m. Hasil yang diperoleh dari pengolahan data pada lintasan 5 dapat diklasifikasikan menjadi beberapa lapisan *isoresistivity* (batuan dengan resistivitas sama) dengan kesalahan RMS 22,6 %. Pada lintasan ini, terlihat bahwa terjadi variasi/perbedaan nilai resistivitas (ρ) yang sangat jelas, beberapa lapisan mengalami peningkatan dan juga penurunan nilai resistivitas (ρ), seperti terlihat pada Gambar 16.

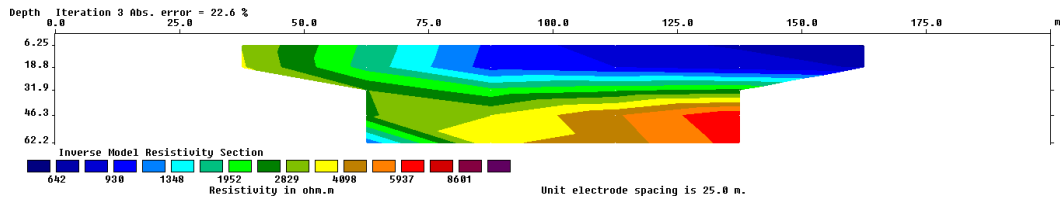
Umumnya lapisan-lapisan pada lintasan ini memiliki nilai resistivitas (ρ) tinggi, yaitu sekitar 600-5000 Ω m. Lintasan ini merupakan lintasan dengan nilai resistivitas (ρ) tertinggi dibandingkan dengan nilai resistivitas dari lapisan-lapisan(ρ) pada

lintasan 1, 2, 3 dan 4. Lapisan-lapisan di dekat permukaan lintasan, yaitu pada kedalaman 6-30 m menunjukkan nilai resistivitas (ρ) yang lebih rendah yaitu 600-2000 Ω m (ditunjukkan dengan warna hijau muda menuju biru tua), sedangkan lapisan-lapisan pada kedalaman sekitar 30-60 m menunjukkan peningkatan nilai resistivitas (ρ) secara tajam, yaitu sekitar 2000- 5000 Ω m (ditunjukkan dengan warna kuning menuju merah).

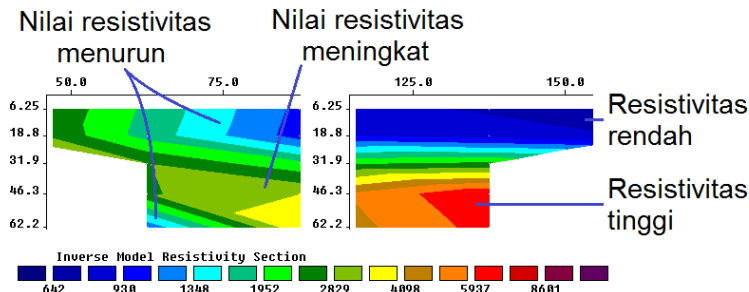
Pada kedalaman 60 m, pada jarak ±60 m dari titik awal lintasan terjadi penurunan nilai resistivitas, akan tetapi sebagian besar lapisan-lapisan yang mengalami penurunan nilai resistivitas tersebut tidak dapat terlihat karena berada pada kedalaman >63 m. Hal ini menunjukkan bahwa pada hasil pengolahan data, lintasan 5 yang ditampilkan tidak dapat menginterpretasikan keberadaan air tanah (Gambar 18).



Gambar 16. Hasil Pengolahan Data Resistivitas Lintasan 5 di depan Pasar Anggori



Gambar 17. Penampang Lintasan 5

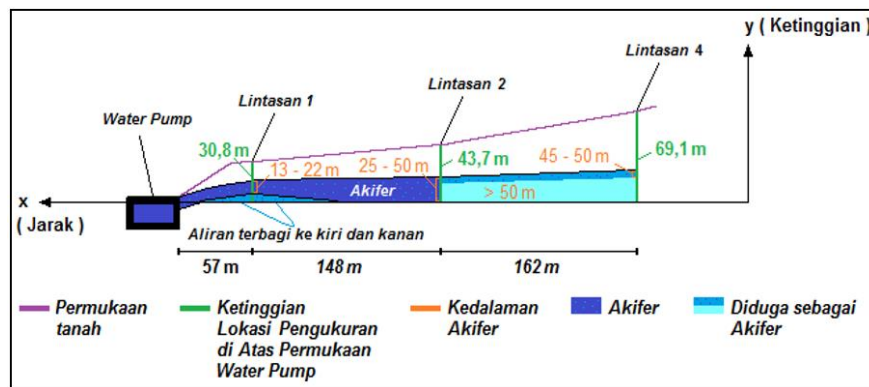


Gambar 18. Resistivitas (ρ) tinggi pada Lintasan 5

Sketsa lintasan 1, lintasan 2 dan lintasan 4

Dari Hasil pengukuran dan pengolahan data geolistrik, maka didapatkan sketsa lintasan 1, lintasan 2 dan lintasan 4 yang dapat dilihat pada Gambar 19 di bawah ini. Dari gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa diatas lokasi mata air (*water pump*

Unipa), terdapat akuifer dengan kedalaman 13-50 m dari permukaan tanah. Masyarakat dapat membuat sumur gali/bor, di lokasi yang berada diatas mata air tersebut dengan kedalaman 13 – 50 m, sehingga tidak diperlukan pompa air yang kuat untuk mengalirkan ke rumah penduduk.



Gambar 19. Sketsa Lintasan 1, Lintasan 2 dan Lintasan 4

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian metode geolistrik dengan konfigurasi dipole-dipole pada 5 (lima) lintasan di sekitar lokasi *Water Pump*

Unipa, kampung Anggori, diperoleh kesimpulan:

1. Pada lintasan 1, terdapat akuifer dengan nilai resistivitas (ρ) terendah 12 Ω m

dengan kedalaman sekitar 13-22 m, yang merupakan aliran air menuju *Water Pump*.

2. Pada lintasan 2, terdapat akifer dengan nilai resistivitas (ρ) terendah 7 Ωm dengan kedalaman sekitar 30-50 m, yang merupakan aliran air menuju *Water Pump*.
3. Lintasan 3 dapat diinterpretasikan sampai kedalaman 50 m dan hasil yang diinterpretasikan tidak dapat menunjukkan adanya air tanah dengan nilai resistivitas (ρ) terendah mencapai 140 Ωm .
4. Pada lintasan 4, nilai resistivitas (ρ) terendah adalah 40 Ωm yang menunjukkan adanya kemungkinan terdapat akifer yang berada di kedalaman >50 m.
5. Lintasan 5 dapat diinterpretasikan sampai kedalaman 63 m dan hasil yang diinterpretasikan tidak dapat menunjukkan adanya air tanah.

SARAN

Setelah melakukan penelitian dengan metode geolistrik di sekitar lokasi *Water Pump* Unipa, diketahui bahwa masyarakat kampung Anggori dan sekitarnya masih mengalami kesulitan dalam hal mendapatkan sumber air. Saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan di lokasi Sekitar *Water Pump* Unipa, kampung Anggori, pada koordinat tertentu yang belum sempat dilakukan survei geolistrik.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan di lokasi *Water Pump* Unipa dengan membahas pola aliran air tanah yang mengalir menuju *Water Pump* Unipa.
3. Pengambilan data geolistrik pada lokasi sekitar *Water Pump* Unipa sebaiknya menggunakan alat geolistrik (Resistivity meter) yang dapat menjangkau panjang lintasan lebih dari 200 m, sehingga dapat ditentukan lapisan-lapisan yang

mengandung air tanah pada kedalaman ≥ 70 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., Widada, S., & Setyawan, A. 2016. Identifikasi Batupasir Sebagai Akuifer dengan Aplikasi Geolistrik Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Di Kecamatan Gabus Kabupaten Grobogan). *Youngster Physics Journal*, 5(3), 105-112.
- Asdak, C. 2007. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Beroperay, C. F. P. 2013. Penentuan Debit Aliran Air Tanah pada Area Kampus Universitas Negeri Papua Menggunakan Metode Analisis Jaring Aliran (Flownet). Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Handayani, G dan Ngadimin. 2001. Aplikasi Metode Geolistrik Untuk Alat Monitoring Rembesan Limbah (Penelitian Model Fisik di Laboratorium). *JMS*, Volume VI No. 1 Hal: 43-53.
- Harmen, J. F. 2009. Aplikasi Metode Geolistrik untuk Identifikasi Rembesan Limbah pada Tempat Pembuangan Sampah Masyarakat di Kelurahan Amban Kabupaten Manokwari Propinsi Papua Barat. Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Lewerissa, R. 2011. Diktat Kuliah Metode Geolistrik Tahanan Jenis (Resistivitas). Jurusan Fisika Fakultas

- Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., & Hamid, I. D. 2018. Pendugaan sebaran air tanah menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi wenner dan schlumberger di kampus 2 universitas cokroaminoto palopo. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 15(1), 6-12.
- Moehadi. 1996. *Jabaran Matematika Dasar Sebagai Penunjang Geolistrik Elastisitas dalam Bidang Geofisika Teknologi Mineral*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Yogyakarta.
- Priambodo, I. C., Purnomo, H., Rukmana, N., dan Juanda. (2011). Aplikasi Metoda Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger pada Survey Gerakan Tanah di Bajawa, NTT. *Bulletin Vulkanologi dan Bencana Geologi*, Volume VI No. 2 Hal: 1-10.
- Putriutami, E. S., Harmoko, U., & Widada, S. 2014. Interpretasi Lapisan Bawah Permukaan di Area Panas Bumi Gunung Telomoyo, Kabupaten Semarang Menggunakan Metode Geolistrik Resistivity Konfigurasi Schlumberger. *Youngster Physics Journal*, 3(2), 97-106.
- Riyanto, B. 2005. Interpretasi Struktur Bawah Permukaan Gunung Budjil, Karangasambung, Kebumen, Jawa Tengah Berdasarkan Data Kontras Resistivitas. Skripsi Program Studi Fisika Geofisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Robinson, G. P., N, Ratman dan P, E. Pieters. 1990. Diterjemahkan oleh R, Sukamto., dkk. *Geologi Lembar Manokwari, Irianjaya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Manokwari.
- Santoso, B. 2006. *Karakteristik Hujan Kota Semarang: Pembangunan Kurva Intensitas-Durasi-Frekwensi (IDF)*. *Jurnal Teknik Sipil*, Volume III No. 1 Hal: 50 – 56.
- Santoso, D. 2002. *Pengantar Teknik Geofisika*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Seksi Integrasi Pengolahan dan Diseminasi Statistik. 2010. *Kabupaten Manokwari Dalam Angka 2010*. BPS (Badan Pusat Statistik) Kabupaten manokwari.
- Silaban, A. 2014. *Pendeteksian Resistivitas Lapisan Bawah Permukaan Tanah Dengan Metode Geolistrik Di Daerah Uruk Gedang Kecamatan Kutambaru Kabupaten Langkat* (Doctoral Dissertation, Unimed).
- Simbolon, H., Harmoko, U., Yulianto, G., Widada, S., Yusuf, D. H., & Sahid, S. 2015. Studi Aliran Fluida Manifestasi Panas Bumi Desa Diwak dan Desa Derekan, Kecamatan Bergas, Kabupaten Semarang Menggunakan Metode Tahanan Jenis 3d. *Youngster Physics Journal*, 4(1), 7-14.
- Tukan, T. T. 2010. *Penentuan Pola Aliran Air Tanah di Daerah Amban Pantai Kabupaten Manokwari melalui Interpretasi Data Geolistrik*. Skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Papua. Manokwari.
- Waluyo. 2005. *Buku Panduan Workshop Geofisika*. Karangasambung, Laboratorium Geofisika Program Studi Geofisika, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.