

PEMETAAN AKUIFER AIR TANAH KOTA PALOPO PROVINSI SULAWESI SELATAN MENGGUNAKAN METODE GEOLISTRIK

Aryadi Nurfalaq^{1*}, Iin Karmila Putri¹, Rahma Hi. Manrulu²

¹Program Studi Informatika, Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

²Program Studi Fisika, Universitas Cokroaminoto Palopo, Indonesia

*Corresponding author. Email: aryadinurfalaq@yahoo.co.id

Manuscript received: 4 March 2020; Received in revised form: 30 April 2020; Accepted: 2 May 2020

Abstrak

Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan, di bagian timur berupa dataran rendah terdiri dari endapan aluvial yang dapat berperan sebagai akuifer air tanah. Untuk menjaga ketersediaan air tanah secara berkelanjutan, perlu memetakan potensi air tanah Kota Palopo. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi akuifer air tanah Kota Palopo dan memetakan distribusi potensi air tanah. Metode yang digunakan adalah geolistrik konfigurasi Schlumberger dan pemetaan isoresistivitas menggunakan teknik interpolasi metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Lapisan akuifer yang mengandung air tanah memiliki nilai resistivitas 0,1 – 183 Ω m pada kedalaman 5 – 60 m yang meliputi 6,2 – 11,5% dari luas Kota Palopo dengan material berupa endapan aluvial seperti lumpur dan pasir. Daerah yang memiliki potensi air tanah terdapat di beberapa lokasi pengukuran seperti Kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua, dan Sendana.

Kata kunci: air tanah; akuifer; geolistrik.

Abstract

Palopo City, South Sulawesi Province, in the eastern part of the lowlands consists of alluvial deposits that can act as groundwater aquifers. To maintain the availability of groundwater in a sustainable manner, it is necessary to map the groundwater potential of Palopo City. This study aims to identify the Palopo City groundwater aquifer and map the distribution of groundwater potential. The method used is the geoelectric Schlumberger configuration and isoresistivity mapping using the Inverse Distance Weighted (IDW) interpolation technique. The aquifer layer containing groundwater has a resistivity value of 0.1 – 183 Ω m at a depth of 5 – 60 m which covers 6.2 – 11.5% of the area of Palopo City with material in the form of alluvial deposits such as mud and sand. Areas that have groundwater potential are found in several measurement locations such as Wara District, South Wara, North Wara, East Wara, Bara, Telluwanua, and Sendana.

Keywords: aquifer; geoelectric; groundwater.

Pendahuluan

Secara geografis, bentang alam Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan, khususnya bagian timur berupa dataran rendah. Batuan penyusun di daerah ini didominasi oleh endapan alluvial. Endapan alluvial terdiri dari pasir, lempung dan

kerikil (Djuri, Sudjatmiko, Bachri, & Sukido, 1998). Lapisan batuan ini memiliki porositas baik sehingga dapat bertindak sebagai pembawa air tanah (akuifer) (Manrulu, Nurfalaq, & Hamid, 2018). Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Palopo Nomor 9 Tahun 2012 tentang Rencana Tata

Ruang Wilayah (RTRW) Kota Palopo tahun 2012 – 2032 cekungan air tanah di Kota Palopo terletak di Kelurahan Salubattang Kecamatan Telluwanua dengan luas area lebih kurang 2.634,71 ha (Pemerintah Kota Palopo, 2012). Air tanah Kota Palopo tergolong ke dalam air tanah dangkal dengan kedalaman yang bervariasi mulai dari kedalaman 1 m hingga 12 m dengan material penyusun pasir dan kerikil yang memiliki sifat porositas dan permeabilitas baik (Manrulu, Nurfalaq, & Hamid, 2018). Di Kecamatan Sendana lapisan akuifer berupa pasir dan kerikil yang memiliki nilai tahanan jenis 21,6 – 81,3 Ω m pada kedalaman lebih dari 45 m (Usman, Manrulu, Nurfalaq, & Rohayu, 2017).

Air tanah di Kota Palopo dimanfaatkan untuk berbagai keperluan mulai dari keperluan rumah tangga, usaha air mineral hingga perhotelan/penginapan. Air tanah dimanfaatkan sebagai sumber air bersih dalam bentuk sumur, sumur pompa, dan sumur bor. Berdasarkan data BPS Kota Palopo terdapat 51 usaha penginapan dua di antaranya merupakan hotel berbintang dan lainnya berupa usaha penginapan lainnya (BPS Kota Palopo, 2017). Untuk memenuhi kebutuhan air yang cukup besar selain menggunakan PDAM juga memanfaatkan air tanah (sumur bor). Untuk menjaga ketersediaan air tanah dan mengantisipasi terjadinya eksploitasi air tanah secara berlebihan maka perlu dilakukan upaya konservasi. Upaya konservasi ini dimulai dari menginventarisasi potensi air tanah Kota Palopo dan mengetahui seberapa besar potensinya. Hal ini penting dilakukan agar air tanah Kota Palopo dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan. Eksploitasi air tanah secara berlebihan dapat berdampak pada penurunan muka air tanah, intrusi air laut, pencemaran air tanah dan penurunan muka tanah (*land subsidence*) (Rejekiningrum, 2009).

Salah satu metode geofisika yang digunakan dalam mengidentifikasi lapisan batuan bawah permukaan adalah metode geolistrik. Metode geolistrik mampu mengukur perbedaan tahanan jenis lapisan batuan. Lapisan air tanah yang bersifat konduktif memiliki tahanan jenis yang rendah sedangkan lapisan batuan memiliki tahanan jenis tinggi kandungan air yang sedikit (Mirna, As'ari, & Tongkukut, 2017). Metode geolistrik ini pada prinsipnya menginjeksikan arus listrik di permukaan bumi melalui sepasang elektroda arus kemudian mengukur tegangan antara kedua elektroda tersebut menggunakan sepasang elektroda potensial yang dihubungkan dengan voltmeter. Dari hasil pengukuran ini menghasilkan data kuat arus listrik yang mengalir dalam batuan dan potensial listrik. Berdasarkan data ini maka tahanan jenis (*resistivity*) batuan dapat dihitung. Metode geolistrik ini telah digunakan untuk mengidentifikasi akuifer air tanah di Daerah Pallantikang Kabupaten Jeneponto (Nurfalaq, Nawir, Manrulu, & Umar, 2018).

Geologi Regional Kota Palopo

Berdasarkan peta geologi regional lembar Malili (Simandjuntak, Rusmana, Surono, & Supaandjono, 1991) dan lembar Majene dan bagian barat lembar Palopo (Djuri, Sudjatmiko, Bachri, & Sukido, 1998) Gambar 1, Kota Palopo terdiri atas tiga formasi batuan yaitu:

1. Aluvium (Qal): lumpur, lempung, pasir, kerikil, kerakal. Satuan ini merupakan endapan sungai, rawa dan pantai. Sebarannya meliputi dataran di sebelah timur.
2. Batuan Gunung Api Lamasi (Tply): lava, breksi, tufa. Lava, bersusunan andesit sampai basal; memperlihatkan struktur aliran, amigdaloid, padu pejal.
3. Formasi Latimojong (Kls): perselingan batusabak, filit, wake, kuarsit, batugamping, batulanau sisipan konglomerat, rijang, umumnya termalihan sangat lemah.

Tabel 1. Harga resistivitas berbagai batuan, mineral (Loke, 1999);* (Telford, Geldart, & Sheriff, 1990)

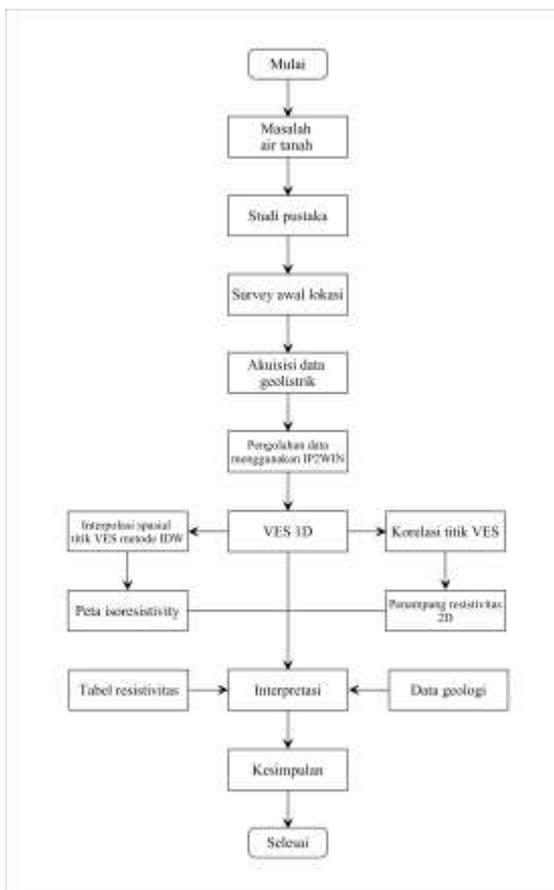
Material	Resistivity (Ωm)
<i>Igneous and Metamorphic Rocks</i>	
Granite	$5 \times 10^3 - 10^6$
Basalt	$10^3 - 10^6$
Marble	$10^2 - 2,5 \times 10^8$
Quartzite	$10^2 - 2 \times 10^8$
<i>Sedimentary Rocks</i>	
Sandstone	$8 - 4 \times 10^3$
	200 – 8000*
Shale	$20 - 2 \times 10^3$
Limestone	$50 - 4 \times 10^2$
Gravel	100 – 600*
<i>Soils and water</i>	
Clay	1 – 100
Alluvium	10 – 800
Groundwater	10 – 100
	0,5 – 300*
Sea water	0,2

Interpretasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai tahanan jenis hasil pengukuran dengan tahanan jenis pada Tabel 1 untuk menentukan jenis batumannya. Selain itu, dilakukan pengamatan lapangan untuk membantu dalam interpretasi data, serta merujuk pada peta geologi daerah penelitian.

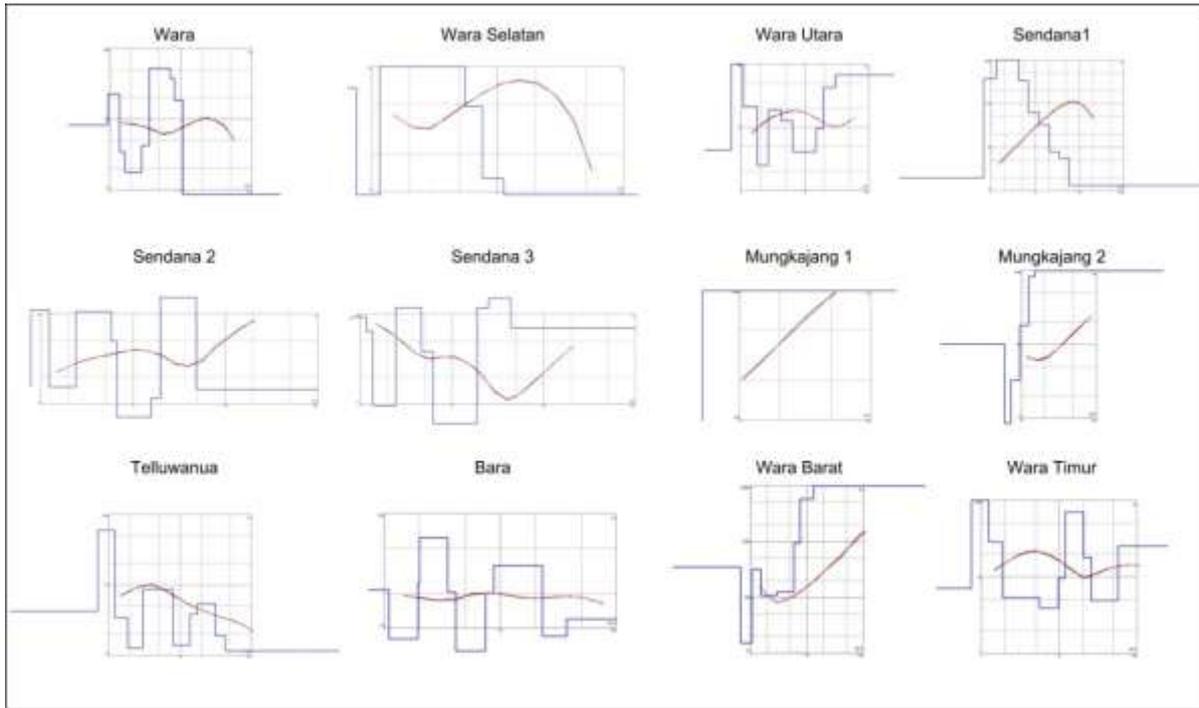
Selanjutnya pembuatan peta isoeresistivitas Kota Palopo pada kedalaman 5 m dan 60 m. Peta isoeresistivitas dibuat dengan teknik interpolasi metode *Inverse Distance Weighted* (IDW). Peta ini dibuat menggunakan perangkat lunak pengolah data SIG untuk memetakan sebaran potensi air tanah Kota Palopo. Diagram alir penelitian. dapat dilihat pada Gambar 3.

Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data geolistrik konfigurasi Schlumberger dilakukan sebanyak 12 titik sounding yang tersebar di sembilan kecamatan. Kecamatan Tellumanua dilakukan di Kelurahan Mancani, Kecamatan Bara dilakukan di Kelurahan Balandai, Kecamatan Wara Utara di Kelurahan Sabbangparu, Kecamatan Wara Barat di Kelurahan Tamarunding, Kecamatan Mungkajang di Kelurahan Latuppa sebanyak 2 titik sounding, Kecamatan Sendana sebanyak 3 titik sounding di Kelurahan Peta, Sendana dan Purangi, Kecamatan Wara Selatan di Kelurahan Takkalalla, Kecamatan Wara di Kelurahan Tompotikka, Kecamatan Wara Timur di Kelurahan Salekoe. *Vertical Electric Sounding* (VES) masing-masing titik pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram alir penelitian.



Gambar 4. Vertical Electric Sounding titik pengukuran.

Tabel 2. Harga resistivitas setiap titik pengukuran pada berbagai kedalaman.

NO	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ohm,m)											
		Wara	Wasel	Warut	Sen1	Sen2	Sen3	Mung1	Mung2	Tel	Bara	Warbar	Wartim
1	0-5	523,0	144,0	12,5	3329,0	104,0	38,6	40825,0	101,0	85,5	6,3	124,0	5,4
2	5-10	183,0	12,7	4,1	625,0	7,2	2,3	40825,0	181,0	13,8	35,1	5815,0	9,5
3	10-15	0,3	1,4	4,1	319,0	7,2	5,0	40825,0	829,0	37,9	35,1	51060,0	69,7
4	15-20	0,3	0,1	42,6	319,0	1652,0	115,2	40825,0	6133,0	53,5	35,1	51060,0	69,7
5	20-25	0,3	0,1	42,6	77,6	1652,0	115,2	240000,0	6133,0	53,5	8,4	62499,0	18,1
6	25-30	0,3	0,1	42,6	77,6	1345,0	4685,0	240000,0	6133,0	53,5	8,4	62499,0	4,9
7	30-35	0,3	0,1	66,5	77,6	1345,0	4685,0	240000,0	6133,0	19,0	8,4	62499,0	4,9
8	35-40	0,3	0,1	66,5	55,7	1345,0	4685,0	240000,0	28957,0	19,0	12,0	62499,0	4,9
9	40-45	0,3	0,1	66,5	55,7	1345,0	69,9	240000,0	28957,0	11,5	12,0	62499,0	4,9
10	45-50	0,3	0,1	66,5	55,7	14,5	69,9	240000,0	28957,0	11,5	12,0	62499,0	4,9
11	50-55	0,3	0,1	66,5	55,7	14,5	69,9	240000,0	28957,0	11,5	12,0	48783,0	4,9
12	55-60	0,3	0,1	66,5	13,3	14,5	69,9	240000,0	28957,0	11,5	12,0	48783,0	25,3

Potensi Air Tanah Kota Palopo

Hasil pengukuran nilai tahanan jenis masing-masing titik VES memiliki nilai yang bervariasi. Gambar 4 menunjukkan hasil VES dari masing-masing titik pengukuran yang menyatakan perubahan tahanan jenis terhadap kedalaman ($AB/2$). Tabel 2 memperlihatkan variasi tahanan jenis terhadap kedalaman di masing-masing titik VES. Nilai tahanan jenis air tanah merujuk pada Tabel 1 dimana rentang nilai

tahanan jenis air tanah 10 – 100 Ωm (Loke, 1999) dan 0,5 – 300 Ωm (Telford, Geldart, & Sheriff, 1990). Titik VES di Kecamatan Wara (Wara) memiliki nilai tahanan jenis 0,3 – 523 Ωm . Kedalaman 0 – 5 m merupakan zona tak jenuh yang tidak mengandung air tanah memiliki tahanan jenis 523 Ωm . Lapisan di bawahnya merupakan lapisan jenuh yang mengandung air tanah memiliki nilai tahanan jenis 0,3 – 183 Ωm .

Titik VES di Kecamatan Wara Selatan (Wasel) memiliki nilai tahanan jenis 0,1 – 144 Ω m. Pada titik VES ini lapisan yang akuifer yang mengandung air tanah dapat dijumpai pada kedalaman > 5 m.

Titik VES di Kecamatan Wara Utara (Warut) memiliki nilai tahanan jenis 4,1 – 66,5 Ω m. Lapisan akuifer yang mengandung air tanah terdapat pada bagian dekat permukaan hingga kedalaman > 60 m.

Titik VES Kecamatan Sendana di Kelurahan Peta (Sen1) memiliki nilai tahanan jenis 13,3 – 3329 Ω m. Kedalaman 0 – 5 m memiliki nilai tahanan jenis 3329 Ω m diinterpretasikan sebagai batuan beku pejal. Kedalaman 5 – 20 m merupakan lapisan yang tidak mengandung air tanah dengan nilai tahanan jenis 319 – 625 Ω m. Lapisan di bawahnya merupakan lapisan akuifer yang mengandung air tanah memiliki nilai tahanan jenis 13,3 – 77,6 Ω m.

Titik VES di Kelurahan Sendana (Sen2) memiliki nilai tahanan jenis 7,2 – 1652 Ω m. Kedalaman 0 – 15 m merupakan lapisan air tanah dangkal memiliki nilai tahanan jenis 7,2 – 104 Ω m. Lapisan di bawahnya merupakan lapisan kedap air yang tidak dapat dilewati oleh air tanah memiliki nilai tahanan jenis 1345 – 1652 Ω m. Lapisan air tanah dalam terdapat pada kedalaman > 45 m dengan nilai tahanan jenis 14,5 Ω m. Titik VES di Kelurahan Purangi (Sen3) memiliki nilai tahanan jenis 2,3 – 4685 Ω m. Lapisan yang mengandung air tanah dangkal berada pada kedalaman 0 – 25 m dengan nilai tahanan jenis 2,3 – 115,3 Ω m. Lapisan di bawahnya merupakan lapisan kedap air yang memiliki nilai tahanan jenis 4685 Ω m. Lapisan air tanah dalam berada pada kedalaman > 40 m dengan nilai tahanan jenis 69,9 Ω m.

Titik VES Kecamatan Mungkajang di Kelurahan Latuppa sebanyak dua titik yaitu titik I (Mung1) memiliki nilai tahanan jenis 40825 – 240000 Ω m dan titik II (Mung2)

memiliki nilai tahanan jenis 101 – 28597 Ω m. Dilihat dari nilai tahanan jenisnya, lapisan batuan pada titik pengukuran ini merupakan batuan beku yang banyak tersingkap di permukaan.

Titik VES di Kecamatan Telluwanua (Tel) memiliki nilai tahanan jenis 11,5 – 53,5 Ω m. Nilai tahanan jenis yang diperoleh < 100 Ω m yang diinterpretasikan sebagai lapisan yang mengandung air tanah.

Titik VES di Kecamatan Bara (Bara) memiliki nilai tahanan jenis 6,3 – 35,1 Ω m. Nilai tahanan jenis yang diperoleh juga < 100 Ω m yang diinterpretasikan sebagai lapisan yang mengandung air tanah.

Titik VES di Kecamatan Wara Barat (Warbar) memiliki nilai tahanan jenis 124 – 62499 Ω m. Pada kedalaman 0 – 5 m merupakan lapisan yang mengandung air tanah dengan nilai tahanan jenis 124 Ω m. Sedangkan lapisan yang di bawahnya kedalaman > 5 m merupakan lapisan batuan keras yang memiliki nilai tahanan jenis 5815 – 62449 Ω m titik. Lapisan ini tidak berpotensi air tanah.

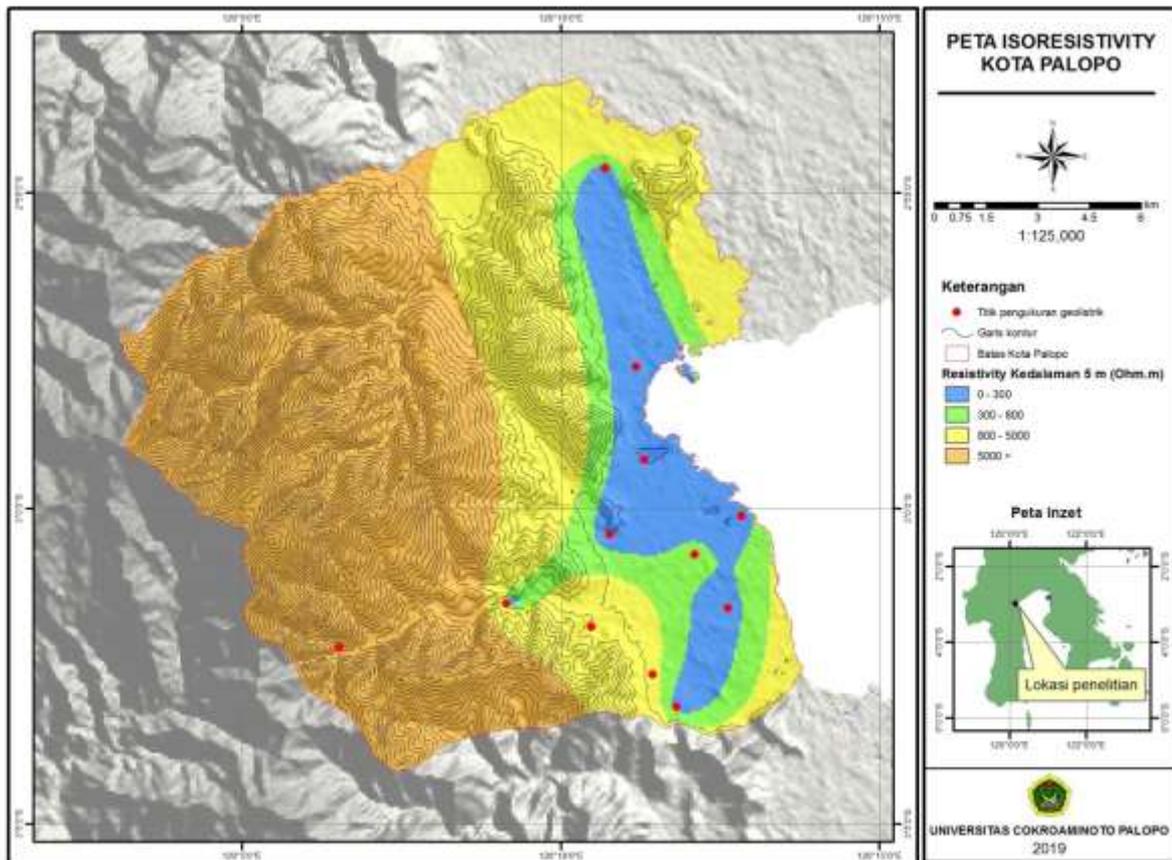
Titik VES di Kecamatan Wara Timur (Wartim) memiliki nilai tahanan jenis 4,9 – 69,7 Ω m. Daerah ini memiliki potensi air tanah yang baik. Lapisan batuan yang mengandung air tanah dapat dijumpai dari kedalaman 1 – 60 m.

Berdasarkan hasil pengukuran dari beberapa titik VES diperoleh bahwa terdapat beberapa titik yang memiliki potensi air tanah yaitu di Kecamatan Telluwanua, Bara, Wara Utara, Wara, Wara Selatan, Wara Timur dan Sendana. Khusus untuk Kecamatan Sendana terdapat lapisan impermeabel yang membagi lapisan air tanah menjadi lapisan air tanah dangkal dan lapisan air tanah dalam.

Peta Isoresistivitas Kota Palopo

Dari hasil pengukuran geolistrik pada masing-masing titik VES diperoleh variasi tahanan jenis terhadap kedalaman. Nilai tahanan jenis tersebut kemudian dipetakan sebarannya pada kedalaman yang disajikan dalam bentuk peta isoresistivitas. Gambar 5 merupakan peta isoresistivitas Kota Palopo pada kedalaman 5 m. Dalam peta tersebut dapat dilihat bahwa kawasan yang memiliki

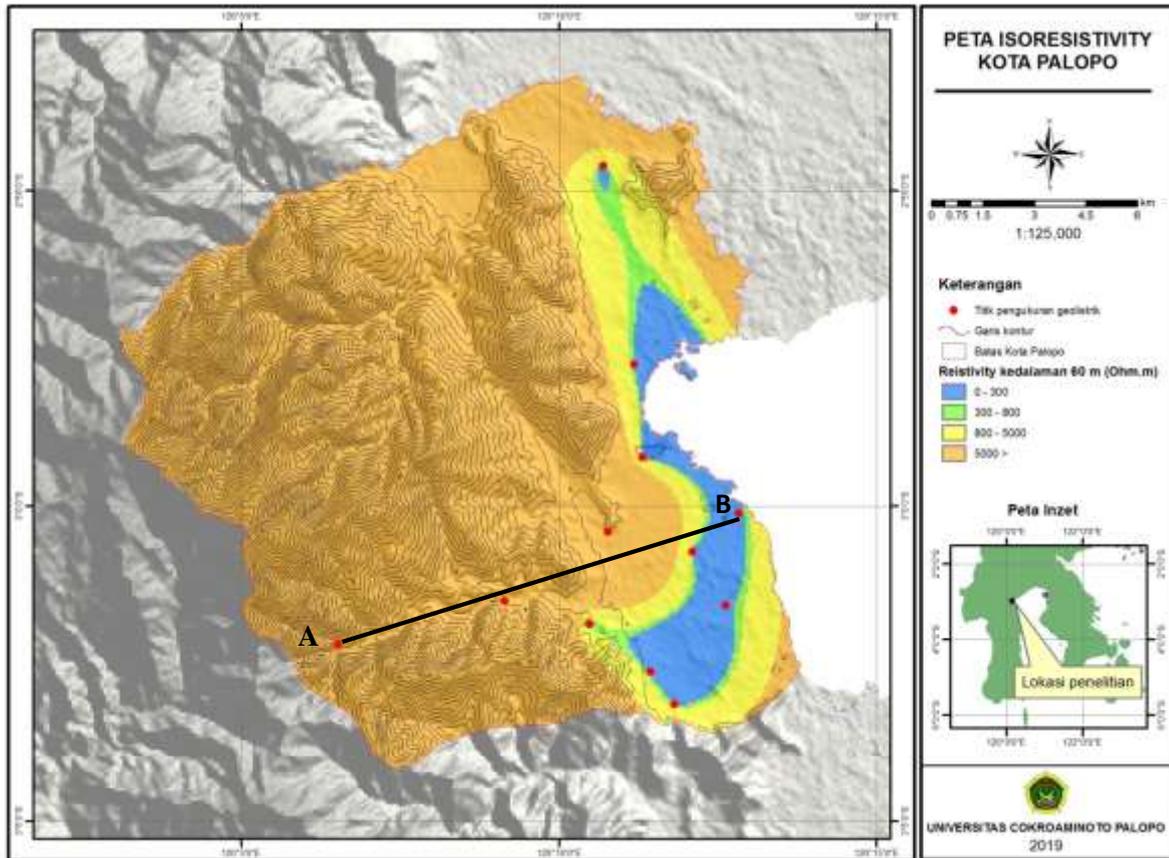
potensi air tanah terletak pada bagian timur atau daerah pesisir Kota Palopo. Hal ini ditunjukkan dengan adanya lapisan batuan yang memiliki tahanan jenis $< 300 \Omega\text{m}$ (biru). Kawasan Potensi air tanah Kota Palopo mencakup 11,5% dari luas wilayah Kota Palopo yang meliputi kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana.



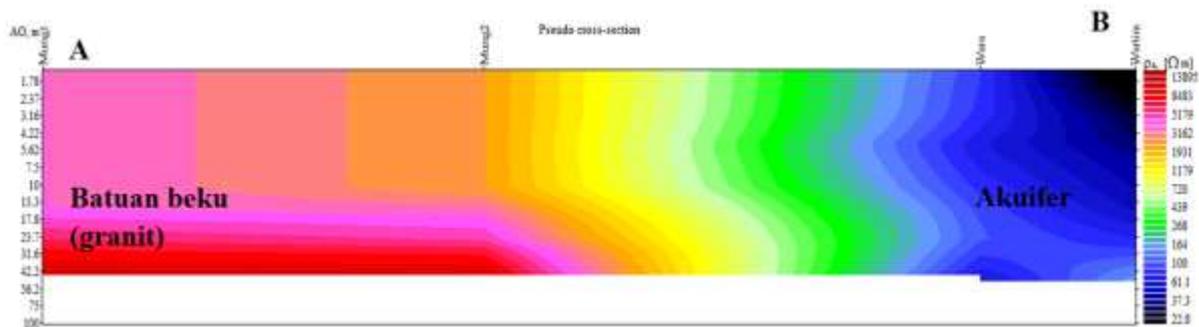
Gambar 5. Peta isoresistivity Kota Palopo kedalaman 5 m.

Peta Isoresistivitas Kota Palopo pada kedalaman 60 m (Gambar 6) juga memperlihatkan daerah yang memiliki potensi air tanah berada pada daerah pesisir yaitu di sebelah timur Kota Palopo. Kawasan Potensi air tanah Kota Palopo pada kedalaman ini 6,2% dari luas Kota Palopo yang meliputi tujuh kecamatan yaitu kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana.

Berdasarkan peta isoresistivitas, Kota Palopo memiliki potensi air tanah yang sangat besar. Kawasan Potensi air tanah ini terutama terletak pada daerah pesisir dimana pada daerah ini secara geologi tersusun batuan endapan alluvial. Endapan alluvial ini merupakan endapan sungai yang dapat berupa lumpur, pasir dan kerikil. Batuan ini dapat bersifat permeabel dan berpori sehingga yang dapat menyimpan air tanah.



Gambar 6. Peta isoresistivity Kota Palopo kedalaman 60 m.



Gambar 7. Penampang pengukuran geolistrik (Lintasan AB)

Untuk memperoleh gambaran bawah permukaan secara vertikal maka dibuat penampang secara 2D (Lintasan AB) (Gambar 7). Lintasan AB ini berarah timur-barat yang mengkorelasikan beberapa titik VES yaitu Mungkajang (mung1 dan mung2), Wara dan Wara Timur (wartim). Dari penampang Lintasan AB tersebut terlihat bahwa nilai tahanan jenis batuan di sebelah timur (VES Wara dan wartim) memiliki nilai tahanan jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan di bagian barat (VES mung1 dan mung2). Nilai

tahanan jenis di bagian barat lintasan berada pada rentang 1931 – 13895 Ω m (orange – merah) yang diinterpretasikan sebagai batuan beku. Sedangkan di bagian timur lintasan memiliki tahanan jenis 22,8 – 164 Ω m (hitam – biru muda) pada kedalaman 1 – 60 m. Nilai tahanan jenis ini mengindikasikan adanya potensi air tanah yang sangat besar di titik pengukuran yaitu Wara dan Wara Timur. Hal ini sejalan dengan peta geologi regional Kota Palopo (Gambar 1) dimana pada peta geologi tersebut menggambarkan sebelah barat

Kota Palopo (titik A) merupakan batuan intrusi berupa batuan granit. Batuan ini banyak tersingkap di Sungai Latuppa. Sedangkan di bagian barat (titik B) terdiri dari endapan alluvial yang terdiri dari lumpur dan pasir yang dapat bertindak sebagai akuifer.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Lapisan akuifer yang mengandung air tanah memiliki nilai tahanan jenis 0,1 – 183 Ω m pada kedalaman 5 – 60 m mencakup 6,2 – 11,5% luas Kota Palopo dengan material berupa endapan alluvial seperti lumpur dan pasir.
2. Daerah yang memiliki potensi air tanah terdapat di beberapa titik pengukuran seperti Kecamatan Wara, Wara Selatan, Wara Utara, Wara Timur, Bara, Telluwanua dan Sendana.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih penulis persembahkan kepada seluruh pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini terutama kepada pihak Universitas Cokroaminoto Palopo dalam hal ini Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) yang telah memberikan hibah dana penelitian tahun 2019.

Daftar Pustaka

BPS Kota Palopo. (2017). *Kota Palopo dalam Angka 2017*. Kota Palopo: BPS Kota Palopo.

Djuri, Sudjatmiko, Bachri, S., & Sukido. (1998). *Peta Geologi Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo, Sulawesi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Loke, M. H. (1999). *Electrical Imaging Surveys for Environmental and*

Engineering Studies. Penang: Geotomo Software.

Manrulu, R. H., & Nurfalaq, A. (2017). *Metode Geofisika (Teori dan Aplikasi)*. Kota Palopo: UNCP Press.

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* Vol 15 No. 1, 6-12.

Mirna, H., As'ari, & Tongkukut, S. H. (2017). *Pemetaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Dipol-dipol di Universitas Sam Ratulangi*. *JURNAL MIPA UNSRAT ONLINE* 6 (1), 78-82.

Nurfalaq, A., Nawir, A., Manrulu, R. H., & Umar, E. P. (2018). *Identifikasi Akuifer Daerah Pallantikang Kabupaten Jeneponto dengan Metode Geolistrik*. *Jurnal Fisika FLUX* Vol.15 No.2, 117-127.

Pemerintah Kota Palopo. (2012). *Peraturan Daerah Kota Palopo Nomor 9 tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Palopo tahun 2012 – 2032*. Kota Palopo: Pemerintah Kota Palopo.

Rejekiningrum, P. (2009). *Peluang Pemanfaatan Air Tanah untuk Keberlanjutan Sumber Daya Air*. *Jurnal Sumberdaya Lahan* Vol. 3 No. 2, 85-96.

Simandjuntak, T. O., Rusmana, E., Suro, & Supaandjono, J. B. (1991). *Peta Geologi Lembar Malili, Sulawesi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics*. New York: Cambridge University Press.

Usman, B., Manrulu, R. H., Nurfalaq, A., & Rohayu, E. (2017). *Identifikasi Akuifer Air Tanah Kota Palopo Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger*. *Jurnal Fisika Flux* Volume 14 No 2, 65 – 72.