JOURNAL FLYOVER (JFO)
Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana UMI

Vol. 03, No. 02 Tahun 2023
E-ISSN: 2829-5684

Kajian Potensi Pemanfaatan Air Tanah Berdasarkan Data Geolistrik Resistiviti untuk Air Baku

(Studi Kasus : Pulau Bacan, Kabupaten Halmahera Selatan)

Ruslan Rizal [1*]

1*) Balai Wilayah Sungai Maluku Utara, Kementrian PUPR, ziljalali@gmail.com

Abstract

Groundwater is an important source of water, both for domestic, agricultural and industrial uses. High population density, unequal distribution of water, high demand, economic development, climate change and others lead to increased consumption and shortage of surface water. Lack of surface water causes the need for groundwater as an alternative source of raw water to increase. Therefore, it is necessary to study the potential of groundwater in the deep aquifer (stressed) on Bacan Island, South Halmahera Regency. This study aims to analyze the potential distribution of groundwater for raw water using the Geoelectric Resistivity method with the Schlumberger configuration and analyze the condition and potential quality of groundwater. The research method used in this study is a descriptive analysis method to describe the condition of the aquifer, however some things are delivered quantitatively. The condition of the aquifer is obtained from the interpretation of resistivity geoelectrical which is supported by geological and hydrological observation data and secondary data in the form of pumping test results. The potential for groundwater distribution at the study site is classified into 3 parts, namely low resistivity conditions between 0-5 m (rocks containing seawater), Medium resistivity conditions between 6 -100 m (rocks containing freshwater) and high resistivity conditions between 101-175 m (Alluvial Layer). From the results of the analysis, it can be seen that there are indications of the presence of quite massive hard rocks which are detected starting from 0-100 meters. The potential for good water availability at this location is at a depth of 50-100 meters in the eastern part of the research location. For the condition and potential of groundwater quality, the results showed that the quality of groundwater in Bacan Island in terms of chemical parameters with an average value of a. iron (Fe) 0.08830 mg/L, b. pH 7.3, c. hardness 212 mg/L and d. Nitrate 0.816 mg/L, from the analysis results there is no value that exceeds the quality standard value determined by Ministerial Regulation Number 416/MenKes/Per/IX/1990, based on the water quality status obtained, the water sample is categorized as safe and suitable for use.

Keywords: Geoelectrical Resistivity Method, Groundwater Potential, Water Quality

Abstrak

Air tanah merupakan sumber air yang penting, baik dalam penggunaan domestik, agrikultur dan industri. Kepadatan penduduk yang tinggi, distribusi air yang tidak merata, tingginya kebutuhan, perkembangan ekonomi, perubahan iklim dan lainnya menyebabkan peningkatan konsumsi dan kekurangan air permukaan. Kurangnya air permukaan menyebabkan kebutuhan akan air tanah sebagai alternatif sumber air baku meningkat. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian potensi air tanah pada aikufer dalam (tertekan) di Pulau Bacan Kab. Halmahera Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis penyebaran potensi Air bawah tanah untuk Air Baku menggunakan metotede Geolistrik Resistiviti dengan konfigurasi Schlumberger dan menganalisa Kondisi dan potensi kualitas Air Bawah Tanah. Metode Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode diskriptis analisis untuk menggambarkan kondisi akuifer namun demikian beberapa hal disampaikan secara kuantitatif. Kondisi akuifer diperoleh dari hasil interpretasi data geolistrik resistiviti dengan didukung data hasil pengamatan geologi dan hidrology serta data sekunder berupa hasil pumping tes. Potensi penyebaran air tanah pada lokasi penelitian diklasifikasinkan menjadi 3 bagian yaitu kondisi resistivitas rendah antara 0-5 m (batuan yang mengandung air laut), kondisi resistivitas Menengah antara 6 -100 m (Batuan yang mengandung air tawar) dan kondisi resistivitas tinggi antara 101-175 m (Lapisan Alluvial). Dari hasil analisis Terlihat indikasi keterdapatan batuan

keras yang cukup masif yang terdeteksi mulai dari 0 –100 meter. Potensi keterdapatan air yang cukup baik pada lokasi ini berada pada kedalaman 50 – 100 meter di bagian timur lokasi penelitian. Untuk Kondisi dan potensi kualitas Air Bawah Tanah Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air tanah di Pulau Bacan ditinjau dari parameter Kimia dengan nilai rata-rata yaitu a. besi (Fe) 0,08830 mg/L, b. pH 7,3, c. kesadahan 212 mg/L dan d. Nitrat0,816 mg/L, dari hasil analisis tidak ada nilai yang melebihi nilai baku mutu yang ditentukan oleh Peraturan Menteri Nomor 416/MenKes/Per/IX/1990, berdasarkan status mutu air yang didapat maka sampel air dikategorikan aman dan layak digunakan.

Kata Kunci : Kualitas Air , Metode Geolistrik Resistiviti, Potensi Air Tanah

1. PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat vital, baik untuk kepentingan domestik maupun daerah pertanian. Dampak pembangunan yang paling signifikan adalah perubahan tata guna lahan. Banyak lahan dijadikan perumahan baik itu di kota maupun di desa, sehingga terjadi perubahan tutupan lahan yang sangat berpengaruh terhadap sumber mata air menjadi berkurang. Pemanfaatan air bawah tanah merupakan salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat baik dipergunakan untuk industri pariwisata maupun irigasi pertanian.

Pasokan ketersedian air bagi masyarakat di Pulau Bacan, Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara juga menghadapi berbagai masalah. Pertumbuhan penduduk yang meningkat menyebabkan kebutuhan akan air ikut meningkat, sementara kemampuan air untuk memberikan pemenuhan atas kebutuhan masyarakat tidak naik (tetap). Di sisi lain pesatnya pembangunan di Pulau Bacan ikut merubah tata guna lahan. Sehingga menganggu ketersedian air baku untuk kebutuhan masyarakat. Hal ini ditambah dengan kondisi geografis dan pemukiman di Pulau Bacan yang berada di wilayah pesisir. Dimana dari 249 desa yang ada, hanya 4% desa yang tidak dikategorikan sebagai desa pantai, sedangkan 96% lainnya merupakan desa pantai. Keseluruhan desa tersebut berada pada lahan diketinggian kurang dari 500 meter dpl. Kondisi ini menjadikan Halmahera Selatan rawan akan abrasi, intrusi air laut dan kekurangan air bersih. Apalagi Halmahera Selatan yang terletak di pulau-pulau kecil menjadilan siklus air yang terjadi cukup pendek. Kerusakan hutan di wilayah resapan air dan daerah aliran sungai (DAS) akan menjadi ancaman serius pula bagi ketersediaan air tanah.

Akibat perubahan tata guna lahan dan perlakuan yang tidak bijaksana terhadap kawasan, mengakibatkan menurunnya daya dukung lingkungan terhadap kelestarian fungsi dan manfaat sumber daya karena perilaku pemanfaatan dan eksploitasi lahan kawasan penyangga di daerah hulu. Terjadinya eksploitasi alam berlebihan terhadap kawasan lindung, mengakibatkan munculnya beberapa permasalahan yakni menurunnya potensi sumber daya air dan ketersediaan sumber air, bencana banjir, erosi, polusi air sungai dan menyusutnya air danau yang berdampak pada sebagian besar daerah hilir. Belum tersedianya suatu pedoman yang disepakati bersama-sama oleh seluruh komponen yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan sumber daya air di Wilayah Sungai Maluku Utara, khususnya di Halmahera Selatan. Maka perlu dilakukan suatu kajian yang mendalam untuk membahas potensi air bawah tanah di Pulau Bacan, Halmahera Selatan.

Dari uraian latar belakang diatas, terdapat beberapa tujuan dalam penelitian ini, yaitu untuk mengetahui penyebaran potensi air bawah tanah untuk air baku di pulau bacan kab. halmahera selatan dengan menggunakan metode geolistrik resistiviti dan untuk engetahui kondisi dan potensi kualitas air bawah tanah di lokasi penelitian

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Pulau Bacan Kab. Halmahera selatan dengan rencana mengambil/survey Geolistrik resistiviti dengan konfigurasi Schlumberger, dilakukan sebanyak 7 titik pengukuran dan mengambil beberapa sampel air di Desa Amsing Kali desa Babang, Labuha, Mandaong dan Kupal.

Secara umum metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode diskriptis analisis untuk menggambarkan kondisi akuifer namun demikian beberapa hal disampaikan secara kuantitatif. Dalam Penelitian ini metode yang digunakan adalah Metode geolistrik. Metode geolistrik adalah Metode geofisika yang memanfaatkan sifat-sifat kelistrikan untuk menginterpretasikan permukaan bawah bumi.

Dalam Penelitaian ini rencana digunakan Metode Resitivitas. Metode resistivitas atau sering juga disebut tahanan jenis merupakan salah satu dari ketiga kelompok metode geolistrik yang ada. Metode resistivitas sangat cocok digunakan untuk mengetahui keadaan bawah permukaan bumi dengan cara mempelajari sifat-sifat aliran listrik yang terkandung dalam suatu batuan.

A. Metode Pengumpulan Data

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data primer berupa data hasil pengukuran geolistrik resistiviti dengan konfigurasi Schlumberger. Jenis Data Primer berupa:
    a. Data Pengukuran Lapangan berupa data pemetaan Geologi
    b. Data penyelidikan geolistrik.
    c. Data Pengembilan Sampel Air tanah pada Sumur Gali Warga sebagai bahan pengujian kualitas air tanah, sumber data Lapangan.
2. Data sekunder berupa data yang didapat dari hasil studi pustaka, citra penginderaan jauh daerah penelitian yang dilakukan dalam laboratorium dengan bantuan perangkat lunak, serta mencari informasi dari data penelitian dahulu mengenai kondisi geologi daerah penelitian dari mulai stratigrafi sampai sejarah geologinya juga tantang kondisi hidrogeologi daerah penelitian, sumber data Instasi Terkait.

B. Metode Pengolahan/Analisis Data

Data-data yang diperoleh dari tahapan-tahapan yang telah dilalui kemudian dianalisis sehingga dapat memberikan solusi terhadap permasalahan yang terjadi dilokasi. Adapun analisis-analisis yang dilakukan meliputi:

1. Analisis data geomorfologi dan geologi berdasarkan data pemetaan geologi dan data para peneliti terdahulu.
2. Analisis data hidrogeologi mengenai data sumur warga dan kondisi mata air di daerah penelitian.
3. Analisis data geolistrik yang menghasilkan penyebaran nilai tahanan jenis di daerah penelitian.
4. Penentuan akifer di daerah penelitian.

a) Analisis Data Geologi

Dalam menganalisis data geologi penulis melakukan analisis data primer dan data sekunder. Data primer peneliti mendapatkan dari pemetaan geologi di daerah penelitian yaitu berupa singkapan batuan yang ada disekitar titik pengukuran geolistrik yang kemudian diambil beberapa sampel untuk dianalisa lebih lanjut, sementara data sekunder peneliti dapatkan berdasarkan Peta Geologi Regional Indonesia. Dalam tahap ini dibuat

peta geologi daerah penelitian dengan menggunakan software Map Info Professional 10. Peta ini dibuat untuk mengetahui keadaan geologi di daerah penelitian. Gambaran keadaan geologi di daerah penelitian dapat menjadi acuan untuk mengetahui keberadaan lapisan akifer di daerah penelitian.

b) Analisis Data Geofisika

Dari data hasil pengukuran geolistrik di lapangan diperoleh jarak setengah bentangan, arus dan potensial kemudian diolah untuk menghasilkan nilai tahanan jenis semu. Nilai tahanan jenis semu tersebut selanjutnya diolah dengan menggunakan software Progress ver. 3.0 untuk menghasilkan nilai tahanan jenis sebenarnya dengan ketebalan pada kedalaman tertentu. Nilai ini digunakan untuk penafsiran kondisi geologi bawah permukaan.

Analisis sampel Kualitas Air Tanah Dalam pengujian Kualitas Air digunakan Parameter Fisika, Kimia dan Mikrobilogi. Analisis Sampel air dilakukan pada Laboratorium.

Gambar 1 Lokasi Titik Pengukuran Geolistrik (Lokasi Bacan)

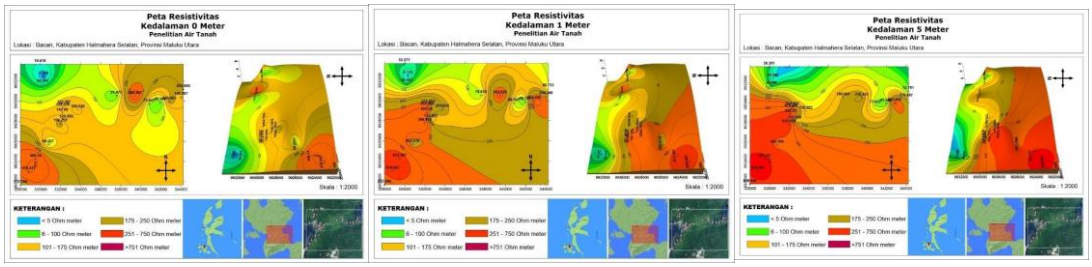
3. PEMBAHASAN

A. Inventarisasi Geolistrik Lokasi Pulau Bacan

Di lokasi Pulau Bacan Kabupaten Halmahera Selatan Survey geolistrik dilakukan di 3 kecamatan yaitu kecamatan Bacan, kecamatan Bacan Timur dan kecamatan Bacan Selatan. Survey geolistrik di lokasi ini dilakukan sebanyak 7 titik pengukuran dengan rincian sebagai berikut:

- 4 titik di Desa Babang
- 1 titik di Desa Kupal
- 2 titik di Desa Amasing kali

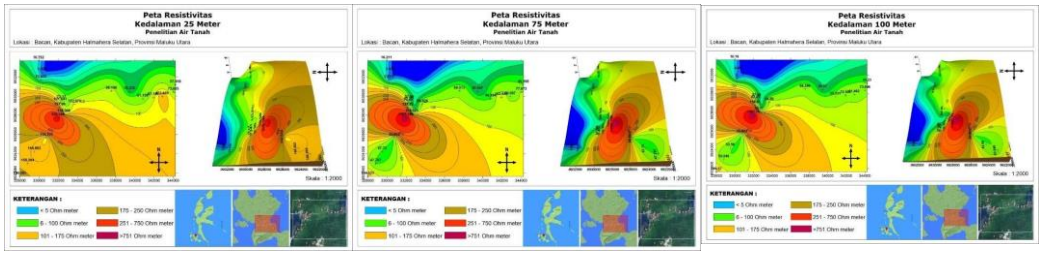
Penampang pada kedalaman 0 meter menunjukan gradasi warna yang beragam tetapi didominasi oleh warna yang mewakili nilai resistivity sedang hingga tinggi yang mengindikasikan keterdapatan batuan yang kurang bahkan tidak menyimpan air. Indikasi keterdapatan batuan yang mengandung air hanya terdapat pada bagian barat laut lokasi penelitian. Kondisi pada kedalaman 1 meter memiliki kondisi yang sama dengan penampang 0 meter, hanya saja area dengan nilai resistivity tinggi brtambah luasannya. Pada kedalaman 5 meter masih menunjukan kondisi yang sama dengan penampang pada kedalaman sebelumnya, namun batuan denagan nilai resistivity tinggi tellihat bertambah.



(1) (2) (3)

Gambar 2 Peta Resistivity kedalaman 0 meter (1), 1 meter (2), dan 5 meter (3) di lokasi

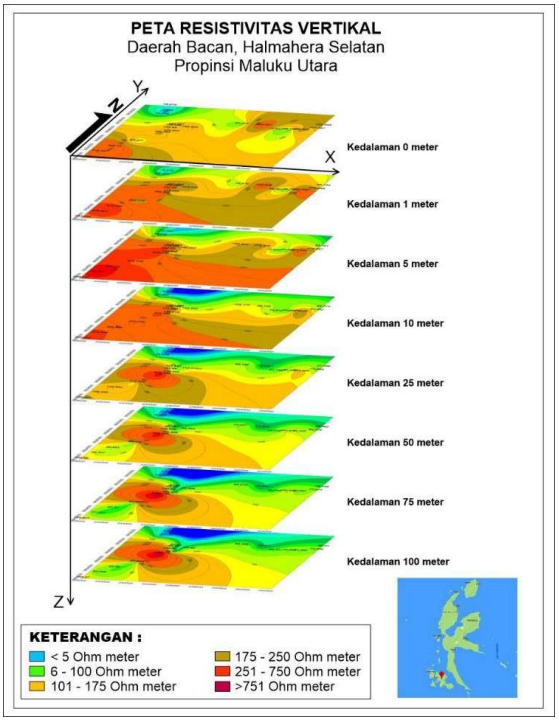
Penampang pada kedalaman 10 meter didominasi nilai resistivity sedang hingga tinggi, indikasi keterdapatan air berada pada bagian utara lokasi penelitian dengan potensi tercemar intrusi air laut. Penampang pada kedalaman 25 meter masih didominasi nilai resistivity sedang hingga tinggi, namun pada kedalaman ini nilai resistivity tinggi lebih kecil sebarannya. Indikasi keterdapatan air berada pada bagian utara lokasi penelitian dengan potensi tercemar intrusi air laut. Masih dengan kondisi yang sama, pada penampang pada kedalaman 50 meter masih didominasi nilai resistivity sedang hingga tinggi, namun pada kedalaman ini nilai resistivity tinggi lebih kecil sebarannya. Indikasi keterdapatan air berada pada bagian utara lokasi penelitian dengan potensi tercemar intrusi air laut. Kondisi pada kedalaman 75 meter nilai resistivity rendah lebih mendominasi, ini menunjukan bahwa pada kedalaman ini lebih banyak indikasi batuan yang mengandung air namun juga masih terindikasi intrusi air laut (**Gambar 3)**



(1) (2) (3)

Gambar 3 Peta Resistivity kedalaman 25 meter (1), 75 meter (2), dan 100 meter (3) di lokasi

Kondisi pada kedalaman 100 meter nilai resistivity rendah lebih mendominasi, ini menunjukan bahwa pada kedalaman ini lebih banyak indikasi batuan yang mengandung air namun juga masih terindikasi keterdapatan intrusi air laut. Kondisi bawah permukaan pada lokasi penelitian di pulau bacan di gambarkan oleh penampang vertikal diatas. Terlihat indikasi keterdapatan batuan keras yang cukup masif yang terdeteksi mulai dari 0 – 100 meter. Potensi keterdapatan air yang cukup baik pada lokasi ini berada pada kedalaman 50 – 100 meter di bagian timur lokasi penelitian.



Gambar 4 Peta Resistivity Vertikal Lokasi penelitian P. Bacan

Hasil Geolistrik Pada lokasi penelitian di Pulau Bacan, Kabupaten Halmahera Selatan, survey Geolistrik dilakukan sebanyak 7 titik pengukuran. Berdasarkan hasil pendugaan Geolistrik pada daerah ini terindikasi batuan dengan nilai resistivitas tinggi yang cukup dominan mulai dari kedalaman 0 – 25 meter namun pada kedalaman berikutnya batuan ini terindikasi mengecil sebarannya. Batuan dengan nilai resistivitas sangat rendah hingga rendah terindikasi dominan pada kedalaman 50 meter – 100 meter. berdasarkan peta geologi regional lokasi penelitian di wilayah Pulau Bacan, Kabupaten Halmahera Selatan berada pada satuan Alluvium (Qa) yang mana pada formasi ini terdapat batuan berupa pasir yang berpotensi sebagai aquifer. Potensi air tanah yang cukup baik pada lokasi ini terdapat pada kedalaman 50 – 100 meter, dengan keterdapatan cenderung di sebelah timur lokasi penelitian.

B. Interpretasi Hasil Penelitian Geolistrik

Nilai resistivity diwakili dengan gradasi warna yang masing-masing warna menunjukan range (satuan nilai) resistivity yang ada pada lokasi penelitian. Korelasi gradasi warna dengan nilai resistivity dapat dilihat pada **Gambar 5** di bawah.

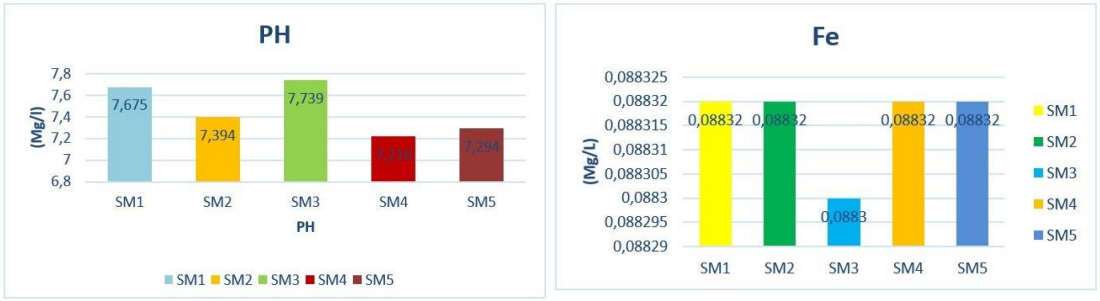
Nilai Tahanan Jenis (Ω.m)	Keterangan	Perkiraan Litologi
< 5	Resistivitas sangat rendah	Batuan yang mengandung air laut
6 – 100	Resistivitas rendah	Batuan yang mengandung air tawar
101 – 175	Resistivitas menengah 1	Lapisan Alluvial
175 – 250	Resistivitas menengah 2	Lapisan Pasir
251 – 750	Resistivitas tinggi	Batuan keras
>750	Resistivitas sangat tinggi	Batuan keras dan kompak

Gambar 5 Interpretasi Hasil Penelitian Geolistrik

Air layak konsumsi adalah air dengan nilai padatan terlarut maksimal 300 ppm jika di konversi ke dalam nilai EC, 1 mS/cm adalah sama dengan 500 ppm sehingga nilai EC untuk air layak konsumsi adalah 600 µS/cm. Di lokasi penelitian dilakukan pengukuran nilai elektro konduktivitas terhadap sample yang diambil dari sumur warga. Dari bebrapa sample yang dilakukan pengujian menunjukan nilai yang rata-rata tidak me melebihi nilai EC untuk air layak konsumsi.

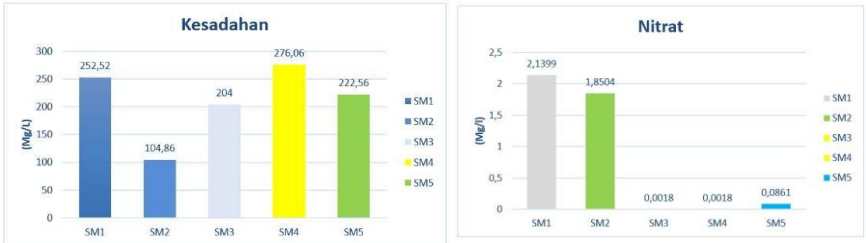
C. Pembahasan PH, Fe, Kesadahan, dan Nitrat

Berdasarkan hasil pengukuran langsung di lapangan menunjukkan bahwa nilai pH yang di dapat berkisar 7,2-7,6 dengan nilai rata-rata 7,3. Nilai. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pH air pada sampel SM1 sd SM5 masih memenuhi standar baku mutu yang ditentukan. Didapatkan nilai besi (Fe) yang berkisar antara 0,08830 mg/L sampai 0,08832 mg/L dengan nilai rata-rata adalah 0,08830 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, kadar Fe yang diperbolehkan untuk air bersih adalah 1,0 mg/L. Hasil analisis Fe pada Sampel SM 1 sd SM5 pulau Bacan ini umumnya masih memenuhi baku mutu yang di tentukan, dengan begitu air sumur di pulau Bacan masih dikategorikan aman dan layak di gunakan. **(Gambar 6)**



Gambar 6 Hasil Pengujian PH dan Fe

Nilai kesadahan yang didapat berkisar antara 104,86 mg/L sampai 276,06 mg/L dengan nilai rata-rata yang didapat yaitu 212 mg/L. Sedangkan nilai tertinggi terdapat pada SM 4 yaitu 276,06 mg/L dan nilai terendah terdapat pada SM2 yaitu 104,86 mg/L. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, kadar kesadahan yang diperbolehkan untuk air bersih adalah 500 mg/L. Berdasarkan nilai nitrat yang didapat berkisar antara 0,0018 mg/L sampai 2,1399 mg/L dengan nilai rata-rata yang didapat yaitu 0,816 mg/L. Kadar nitrat tertinggi terlihat pada SM1 yaitu 2,1399 mg/L dan nilai terendah terlihat pada SM 3 dan 4 yaitu 0,0018 mg/L. Pengujian nitrat pada sampel air tanah yang diambil dalam 5 sampel menunjukkan hasil yang cukup bervariasi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/MENKES/PER/IX/1990 Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, kadar nitrat yang diperbolehkan untuk air bersih yaitu 10 mg/L. Hal ini menunjukkan kadar nitrat yang diperoleh pada sampel air di Pulau Bacan memenuhi baku mutu yang di tentukan yaitu dengan nilai rata-rata 0,816 mg/L.**(Gambar 7)**



Gambar 7 Hasil Pengujian Kesadahan dan Nitrat

4. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyebaran potensi Air bawah tanah untuk Air Baku di Pulau Bacan Kab. Halmahera Selatan dengan menggunakan Metode Geolistrik Resistiviti pada beberapa titik sonding rata-rata Terlihat indikasi keterdapatan batuan keras yang cukup masif yang terdeteksi mulai dari 0 –100 meter. Kondisi pada kedalaman 0-100 meter nilai resistivity rendah lebih mendominasi, ini menunjukan bahwa pada kedalaman ini lebih banyak indikasi batuan yang mengandung air namun juga masih terindikasi keterdapatan intrusi air laut. Potensi keterdapatan air yang cukup baik pada lokasi ini berada pada kedalaman 50 – 100 meter di bagian timur lokasi penelitian.
2. Kondisi dan potensi kualitas Air Bawah Tanah di lokasi peneliataian sebagai berikut:
    a. Hasil Pengujian EC pada beberapa sample yang di ambil dari sumur warga menunjukan nilai rata-rata antara 339 sd 445 µS/cm. Dari hasil ini tidak melebihi nilai EC sehingga air layak untuk di konsumsi. Air layak konsumsi adalah air dengan nilai padatan terlarut maksimal 300 ppm jika di konversi ke dalam nilai EC, 1 mS/cm adalah sama dengan 500 ppm sehingga nilai EC untuk air layak konsumsi adalah 600 µS/cm.
    b. Dari hasil analisis sampel air di lokasi penelitian dengan nilai:
        - pH dengan hasil rata-rata 7,3 mg/
        - Kesadahan dengan hasil rata-rata 212 mg/L
        - Besi (Fe) dengan hasil rata-rata 0,0883 mg/L
        - Nitrat dengan hasil rata-rata 0,816 mg/L

Dari hasil uji potensi kualitas air tidak ada nilai yang melebihi nilai baku mutu yang ditentukan oleh Peraturan Menteri Nomor 416/MenKes/Per/IX/1990, berdasarkan status mutu air yang didapat maka sampel air dikategorikan aman dan layak digunakan.

5. DAFTAR PUSTAKA

Azhar. 2001. Pemodelan Fisis Metode Resistivity untuk Eksplorasi Batubara. Tesis. Program Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung, Bandung

Azhar dan G. Handayani. 2004. Penerapan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Penentuan Tahanan Jenis Batubara. Jurnal Natur Indonesia 6 (2):122-126.

Abadi, M. F., (2011). Pemetaan Kualitas Air Tanah di Desa Dauh Puri Kaja Kota Denpasar. Tesis Program Pascasarjana Universitas Udayana, Hal: 5 – 6.

Arif, I. H. S., & Alpabet, R. 2009. Survei Sebaran Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner Di Desa Banjar Sari, Kecamatan Enggano, Kabupaten Bengkulu Utara. Jurnal Gradien, Edisi Khusus-Januari, 2009,

Badan Pusat Statistik Kabupaten Halmahera Selatan., 2019. Statistik Daerah Kecamatan Bacan 2016. BPS Kabupaten Halsel.

Bhattacharya, R.K., Chatterjee, N.D., dan Das, K. (2020). An integrated GIS approach to analyze the impact of land use change and land cover alteration on ground water potential level: A study in Kangsabati Basin, India, Groundwater for Sustainable Development, Vol 11

Himpunan Mahasiswa Geofisika Universitas Gadjah Mada, 2021. Pemanfaatan Metode Resisiteivitas dalam pendugaan air Tanah. https://hmgf.fmipa.ugm.ac.id/pemanfaatan-metode-resistivitas-dalam-pendugaan-air- tanah/

Kementrian Lingkungan Hidup, (2003). Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup, No. 115 tahun 2003, Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, Jakarta

Kodoatie, RJ., dan Sjarif R, 2010 Tata Ruang Air, Penerbit Andi Yogyakarta.
Lutan, A. 1981. Metode Pengukuran Tahanan Jenis Bawah Permukaan Tanah. Pendidikan dan Latihan Geofísika. Eksplorasi Terbatas, Lembaga Físika Nasional, LIPI, Jakarta.
Mandal, U., Sahoo, S., Munusamy, S. B., Dhar, A., Panda, S. N., Kar, A., & Mishra, P. (2016). Delineation of Groundwater Potential Zones of Coastal Groundwater Basin Using Multi-Criteria Decision Making Technique. Water Resources Management, 30, 4293–4310. doi:10.1007/s11269-016- 1421-8
Priyantari dan Wahyono. 2005. Penentuan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasar Sifat Kelistrikan Bumi. Jurnal Ilmu Dasar 6(2):137-141.
Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416/Menkes/PER/IX/1990 Tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Bersih. Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. (2001). Undang-Undang Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan Pengendalian Pencemaran Air, Jakarta.
Patria Yuristina, A, 2015. Skripsi. Pendugaan Persebaran Air Bawah Permukaan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Sclumberger Di Desa Tanggungharjo Kabupaten Grobogan, Fakultas Mipa, Universitas Negeri Semarang.
Rahmat Andi, Putra (2018) Analisis Potensi Air Tanah Pada Cekungan Air Tanah Brantas. Tesis Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
Sehah dan Hartono, 2010, kajian potensi sumber air tanah untuk irigasi di kawasan cekungan air tanah purwokerto- purbalingga berdasarkan resistivitas batuan bawah permukaan, Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Jurnal Pembangunan Pedesaan Volume 10 Nomor 1, Juni 2010, hal. 23-32
Sugeng Widada, Alfi Satriadi dan Baskoro Rochaddi, 2017. Kajian Potensi Air Tanah Berdasarkan Data Geolistrik Resistiviti Untuk Antisipasi Kekeringan Di Wilayah Pesisir Kangkung, Kabupaten Kendal, Privinsi Jawa Tengah. Jurnal Kelautan Tropis Maret 2017 Vol. 20(1):35–4
Wang, Y dan Chen, N. (2021). Recent progress in coupled surface–ground water models and their potential in watershed hydro-biogeochemical studies: A review, Wastershed Ecology and the Environment, Vol 3.
Yudistira, A., & Adji, T. N. 2013. Kajian Potensi Dan Arahan Penggunaan Airtanah Untuk Kebutuhan Domestik Di Kecamatan Depok Kabupaten Sleman. Jurnal Bumi Indonesia, 2(2).