

ANALISIS KERENTANAN AIRTANAH MENGGUNAKAN METODE GOD BERDASARKAN DATA HIDROGEOLOGI DI KECAMATAN BABAHROT, PROVINSI ACEH

Dewi Sartika¹, Bunga Ramadhani¹, Rifqan¹, Akmal Muhni¹, Dina Gunarsih¹, Lia Fitria Rahmatillah¹, Muhammad Arief Akbar¹, Tika Hapsari¹, dan Yoessi Oktarini²

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

e-mail : dewisartika@usk.ac.id

Abstrak. Kecamatan Babahrot mempunyai tata gunalahan yang diperuntukkan sebagai area perkebunan sawit dan pemukiman penduduk. Potensi akan terjadinya pencemaran airtanah sangat memungkinkan dikarenakan penggunaan pupuk pada area perkebunan sawit dilakukan secara terus menerus. Kualitas dan kuantitas airtanah menjadi penting untuk diperhatikan, mengingat airtanah merupakan sumber utama kehidupan makhluk hidup. Studi kerentanan airtanah menggunakan metode GOD (*Groundwater Occurrence, Overlaying Lithology and Depth Of Groundwater*) berdasarkan data resistivitas dan hidrogeologi memiliki peran yang sangat penting dalam studi pencemaran airtanah. Metode GOD dalam studi kerentanan intrinsik airtanah dilakukan pada 3 jenis parameter meliputi tipe akuifer, tipe akuitar, dan kedalaman muka airtanah. Penggunaan metode GOD dilakukan dengan tujuan untuk dapat memetakan zonasi potensi kerentanan airtanah terhadap pencemaran di lokasi penelitian. Berdasarkan pengamatan lapangan diperoleh hasil kondisi hidrogeologi di Kecamatan Babahrot memiliki kedalaman muka airtanah sebesar 0,42 hingga 1,58 meter, sedangkan jenis akuifer tergolong kedalam jenis akuifer bebas dan akuifer tertekan dengan litologi terdiri dari pasir, pasir dan kerikil jenuh. Untuk jenis akuitar dilokasi penelitian berdasarkan data resistivitas diperoleh hasil yaitu lempung pasir, lempung, dan kerikil sedang. Berdasarkan metode GOD yang telah dilakukan, menunjukkan hasil tingkat kerentanan airtanah di lokasi penelitian termasuk kedalam kategori rendah, tinggi, dan sangat tinggi.

Kata Kunci: geokimia airtanah, hidrogeologi, kerentanan airtanah, pencemaran airtanah, resistivitas

Abstract.

Babahrot District has a land use plan designated for oil palm plantations and residential areas. The potential for groundwater pollution is very possible due to the continuous use of fertilizers in oil palm plantation areas. The quality and quantity of groundwater are important to pay attention to, considering that groundwater is the main source of life for living things. Groundwater vulnerability studies using the GOD (Groundwater Occurrence, Overlaying Lithology and Depth of Groundwater) method based on resistivity and hydrogeological data have a very important role in groundwater pollution studies. The GOD method in the study of intrinsic groundwater vulnerability is carried out on 3 types of parameters, including aquifer type, aquitard type, and groundwater table depth. The use of the GOD method is carried out with the aim of being able to map the potential zoning of groundwater vulnerability to pollution at the study site. Based on field observations, the results obtained from hydrogeological conditions in Babahrot District have a groundwater table depth of 0.42 to 1.58 meters, while the type of aquifer is classified as an unconfined aquifer and a confined aquifer with lithology consisting of sand, saturated sand, and gravel. For the type of aquitard at the research location based on resistivity data, the results obtained are sandy clay, clay, and medium gravel. Based on the GOD method that has been carried out, it shows that the level of groundwater vulnerability at the research location is included in the low, high, and very high categories.

Keywords: groundwater chemistry, hydrogeology, groundwater vulnerability, groundwater pollution, resistivity

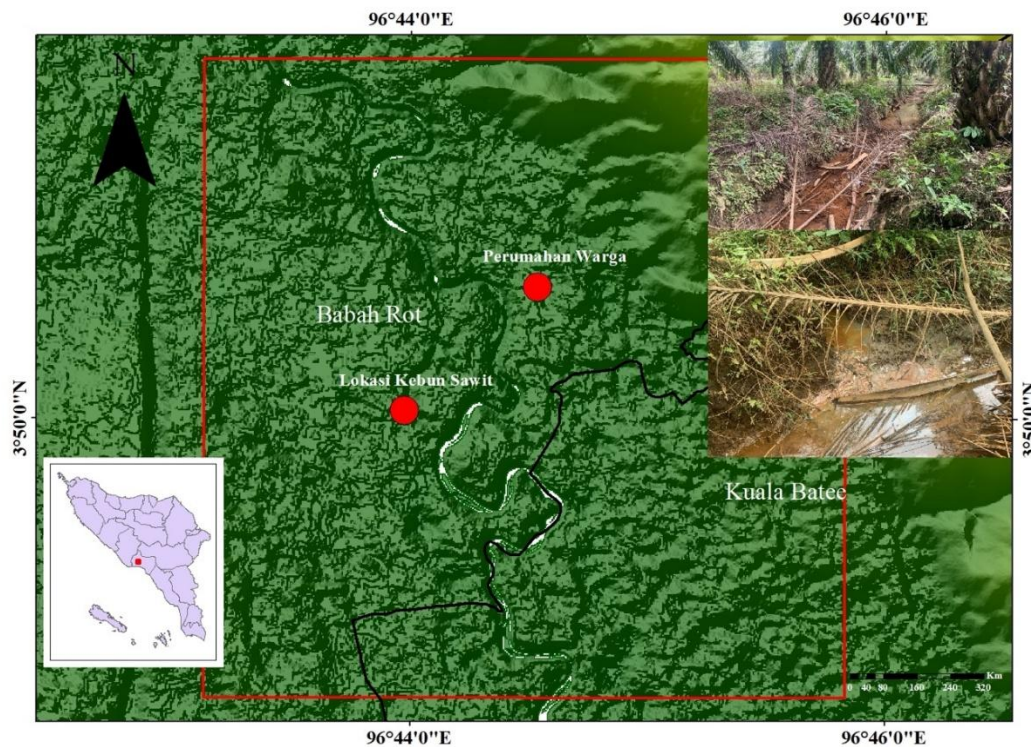
PENDAHULUAN

Kualitas dan kuantitas air menjadi penting untuk diperhatikan mengingat air adalah komponen utama bagi makhluk hidup. Kualitas airtanah sangat rentan mengalami pencemaran akibat zat kimia (Sartika dkk., 2020). Akuifer merupakan lapisan/litologi yang mengandung airtanah (Kristanto dkk., 2020). Airtanah merupakan sumber daya air yang dibutuhkan bagi manusia (Hastuti dkk., 2016). Airtanah yang tersimpan di dalam lapisan akuifer merupakan elemen penting dalam menangani kebutuhan air oleh makhluk hidup (Sulu dkk., 2015). Sumber airtanah tersebut tentu saja memiliki tingkat kerentanan terhadap pencemaran akibat aktivitas manusia diantaranya pertanian, urbanisasi, dan industri (Wibowo dkk., 2021). Oleh karena itu, kualitas airtanah perlu

menjadi perhatian dikarenakan airtanah diperuntukkan untuk kebutuhan primer dan sekunder. Pada daerah pertanian, pemukiman penduduk, serta kawasan industri, tentu memiliki perbedaan potensi kerentanan airtanah (Sartika dkk., 2020). Dalam melanjutkan kelangsungan kehidupan sehari-hari sangat dibutuhkan sumber ketersediaan air bersih yang layak/memadai (Valentino, 2013). Selain itu, dampak pencemaran airtanah juga dapat merusak ekosistem akuatik, mempengaruhi kesehatan manusia melalui air yang terkontaminasi, dan memiliki dampak jangka panjang terhadap lingkungan (Zhang dkk., 2022).

Berdasarkan data geologi regional, Kecamatan Babahrot berada pada Formasi Meulaboh (Qpm), dan endapan alluvial (Qh). Litologi batuan pada Formasi Meulaboh dan endapan alluvial yaitu; pasir, kerikil, dan lempung (Cameron dkk., 2012). Litologi yang terdapat pada formasi tersebut tentu saja dapat menimbulkan potensi terjadinya pencemaran airtanah. Hal ini dikarenakan nilai permeabilitas dari litologi batuan kerikil dan pasir tergolong cepat (15-45 m/hari), sehingga menyebabkan bahan pencemar dapat dengan mudah diserap ke dalam tanah (Wicaksono & Nurjani, 2013). Ketersediaan air tanah pada suatu daerah dipengaruhi oleh kondisi geologi meliputi litologi, struktur, dan porositas batuan (Prayogo, 2016).

Penggunaan lahan di lokasi penelitian diperuntukkan sebagai area perkebunan sawit dan pemukiman penduduk. Gambaran lokasi penelitian dilihat pada Gambar 1. Akibat dari aktivitas manusia dalam penggunaan pupuk di area perkebunan sawit secara terus menerus, tentu saja dapat berpotensi terjadinya pencemaran airtanah.



Gambar 1. Peta Lokasi Letak Perkebunan Sawit dan Perumahan Warga di Kecamatan Babahrot, Provinsi Aceh

Metode GOD (*Groundwater Occurrence, Overlaying Lithology and Depth Of Groundwater*) merupakan jenis metode yang bisa diaplikasikan dalam kajian kerentanan airtanah. Dimana penerapan metode GOD dapat menentukan zonasi tingkat kerentanan airtanah, sehingga berfungsi untuk menganalisis potensi terjadinya kontaminasi (Foster, 1987). Parameter yang digunakan pada metode GOD meliputi tipe akuifer, tipe akuitar, serta kedalaman muka airtanah (Sartika dkk., 2020). Penerapan metode GOD dapat dilakukan pada kondisi hidrogeologi airtanah dangkal dan jenis litologi Zaman Kuarter (Sartika dkk., 2020).

Kecamatan Babahrot, Provinsi Aceh merupakan daerah yang memiliki kondisi hidrogeologi airtanah dangkal dan berada pada endapan alluvial. Penelitian terkait studi kondisi hidrogeologi dan analisis tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran di Kecamatan Babarot belum pernah dilakukan sebelumnya, sehingga penerapan metode GOD tepat digunakan pada lokasi tersebut untuk melihat bagaimana potensi

tingkat kerentanan airtanah pada lokasi penelitian. Selain itu, Kecamatan Babahrot memiliki tataguna lahan yang diperuntukkan sebagai area perkebunan sawit. Penggunaan pupuk yang dilakukan secara terus menerus dapat berpotensi terjadinya pencemaran airtanah, sehingga kajian kerentanan airtanah terhadap pencemaran menjadi penting untuk dilakukan. Dengan dilakukannya kajian kondisi hidrogeologi dan analisis tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran di lokasi penelitian dapat digunakan sebagai langkah untuk melakukan mitigasi terhadap potensi sumber pencemaran airtanah di Kecamatan Babahrot.

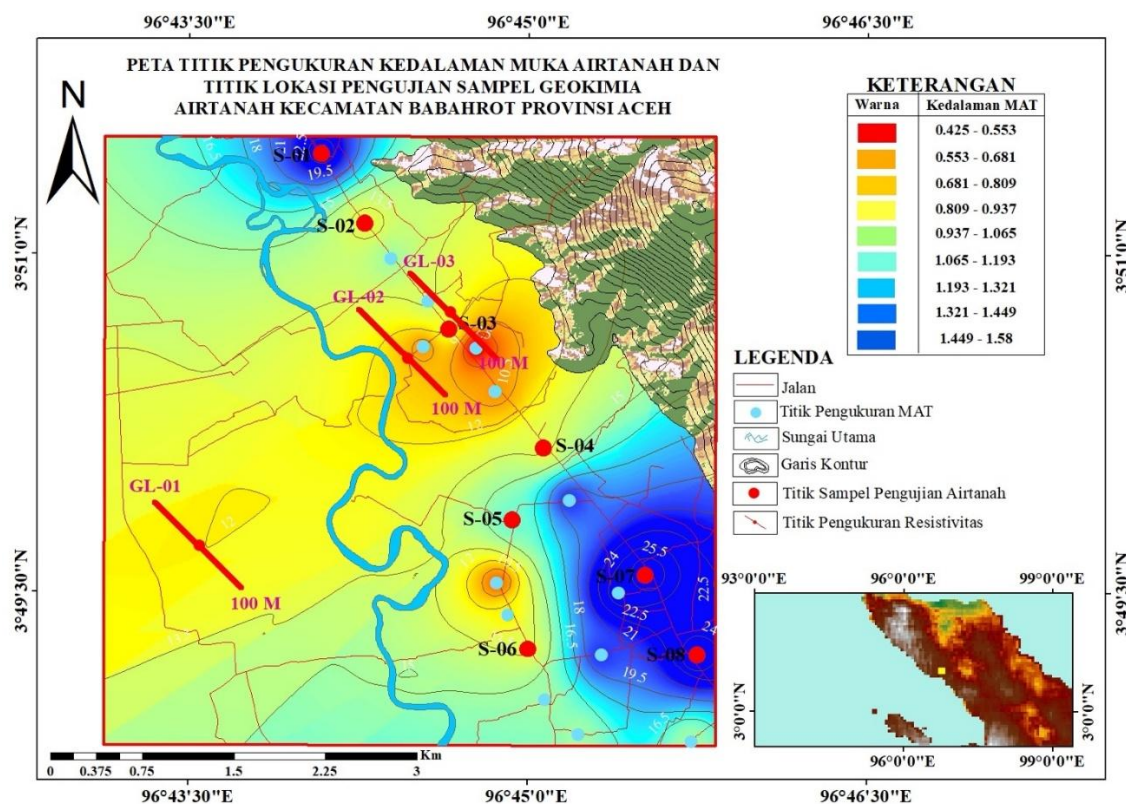
Selain itu, analisis geokimia dan geologi memiliki peran yang sangat penting dalam studi pencemaran airtanah (Xu dkk., 2022). Analisis geokimia airtanah dapat membantu dalam mengidentifikasi asal-usul potensial pencemaran (Goyal dkk., 2023). Analisis geokimia airtanah nantinya sangat membantu untuk mengetahui kualitas airtanah (Muhni dkk., 2025). Tidak hanya itu, data geokimia airtanah nantinya dapat digunakan untuk melihat tipologi kimia airtanah (Irham dkk., 2022). Integrasi data hidrogeologi dan resistivitas dapat memprediksi zonasi tingkat kerentanan airtanah dengan potensi rendah hingga sangat tinggi.

Karakterisasi geokimia dari bahan kimia tertentu dalam airtanah dan batuan dapat mengidentifikasi apakah pencemaran tersebut bersumber dari aktivitas manusia atau dari sumber alami (Yuan dkk., 2023). Dengan adanya data geokimia airtanah dan hidrogeologi dapat dilakukan pemodelan untuk memprediksi tingkat kerentanan airtanah. Hal ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan terkait manajemen dan mitigasi pencemaran airtanah. Selain itu, kajian geokimia membantu dalam memahami perilaku transportasi dan transformasi bahan pencemar di dalam airtanah. Analisis hidrogeologi membantu dalam memetakan dan mengidentifikasi zona-zona rawan yang dapat terkena pencemaran airtanah. Hal ini berkaitan dengan karakteristik akuifer, kedalaman muka airtanah, lapisan geologi tertentu dan aliran airtanah yang dapat mempengaruhi pergerakan air dan bahan pencemar di dalamnya.

METODOLOGI

Metodologi penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan model konseptual zonasi kerentanan airtanah terhadap pencemaran dilakukan dalam 2 tahapan, yaitu pemetaan hidrogeologi dan pengambilan data resistivitas. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan data primer dan data sekunder. Adapun penggunaan data primer terdiri dari data hidrogeologi, dan data resistivitas. Sedangkan data sekunder yang digunakan meliputi data geologi regional lokasi penelitian (Cameron dkk., 2012), dan data pengukuran resistivitas batuan oleh Dinas ESDM Provinsi Aceh.

Pemetaan hidrogeologi dilakukan dengan mengukur kedalaman muka airtanah pada sumur gali warga di area endapan alluvial (Qh) dan Formasi Meulaboh (Qpm) (Gambar 2). Pengukuran kedalaman muka airtanah (MAT) menggunakan meteran yang dimasukkan ke dalam sumur gali. Selain itu, pada pemetaan hidrogeologi juga dilakukan pengambilan sampel airtanah pada 8 titik sumur gali warga. Pengambilan sampel airtanah pada sumur gali warga dilakukan bertujuan untuk mengetahui kualitas fisik airtanah dan data geokimia airtanah. Parameter geokimia airtanah yang diukur antara lain; pengukuran konsentrasi *chemical oksigen demand* (COD), pengukuran konsentrasi *biochemical oxygen demand* (BOD), dan konsentrasi ion (Major Elemen), sedangkan pengukuran parameter sifat fisik airtanah meliputi: pengukuran suhu, pH, konduktivitas listrik, dan TDS (*Total Dissolve Solid*), serta sifat fisik airtanah (warna, bau, rasa, dan kekeruhan).

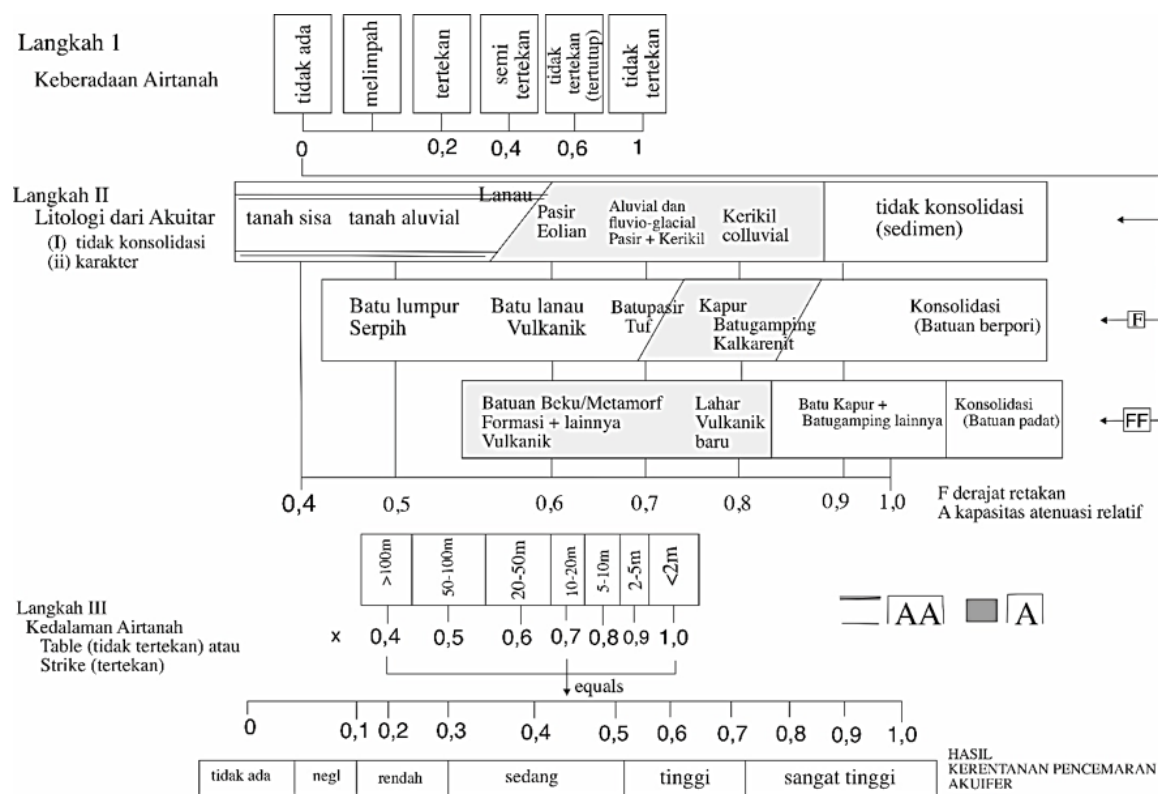


Gambar 2. Peta titik pengukuran kedalaman muka airtanah dan titik lokasi pengujian sampel airtanah lokasi penelitian

Selanjutnya, pada penelitian ini menggunakan metode geolistrik untuk pengumpulan data resistivitas. Pengambilan data resistivitas dilakukan berguna untuk memperoleh data jenis akuifer, dan jenis batuan/lapisan diatas akuifer (akuitar). Pengambilan data resistivitas dilakukan pada tiga lintasan pengukuran di lokasi penelitian (Gambar 3). Pengukuran data resistivitas batuan di Kecamatan Babahrot dilakukan dengan metode geolistrik 1D. Pengukuran data tersebut dilakukan pada 3 titik yaitu 2 titik pada Formasi Meulaboh (Qpm), 1 titik pada Alluvium Fluviatil dan Pantai (Qh) serta didukung oleh 1 titik pengukuran yang dilakukan oleh Dinas ESDM Provinsi Aceh yang dilakukan pada Formasi Meulaboh (Qpm). Pengukuran ini dilakukan dengan panjang bentangan sebesar 100m. Nilai Resistivitas yang sudah didapatkan dilakukan pemodelan untuk mendapatkan hasil berupa profil vertikal resistivitas batuan bawah permukaan menggunakan *Software IPI2win* dan *Software PROGRES Version 3.0*. Data resistivitas tersebut nantinya berfungsi untuk mengetahui parameter dari GOD meliputi tipe akuifer (G), dan tipe litologi akuitar (O).

Pengukuran data resistivitas batuan di Kecamatan Babahrot dilakukan dengan metode geolistrik 1D. Pengukuran data tersebut dilakukan pada 3 titik yaitu 2 titik pada Formasi Meulaboh (Qpm), 1 titik pada Alluvium Fluviatil dan Pantai (Qh) serta didukung oleh 1 titik pengukuran yang dilakukan oleh Dinas ESDM Provinsi Aceh yang dilakukan pada Formasi Meulaboh (Qpm). Pengukuran ini dilakukan dengan panjang bentangan sebesar 100m. Nilai Resistivitas yang sudah didapatkan dilakukan pemodelan untuk mendapatkan hasil berupa profil vertikal resistivitas batuan bawah permukaan menggunakan *Software IPI2win* dan *Software PROGRES Version 3.0*.

Dalam melakukan kajian kerentanan airtanah terhadap pencemaran dapat menggunakan metode GOD (Foster, 1987). Metode GOD melakukan evaluasi tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran menggunakan 3 parameter yaitu jenis akuifer (G), litologi jenis akuitar (O), dan kedalaman muka airtanah (D). Penentuan nilai pembobotan dilihat berdasarkan jenis akuifer, jenis akuitar, dan kedalaman airtanah yang diperoleh dilokasi penelitian. Ketiga parameter tersebut nantinya akan dilakukan penilaian pembobotan GOD pada Gambar 3.



Gambar 3. Penilaian Metode GOD (Foster, 1987)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Data Resistivitas Lokasi Penelitian

Berdasarkan data pengukuran resistivitas yang telah dilakukan, hasil data resistivitas pada kode pengukuran GL-01, GL-02, GL-03 dan SDM-01 dapat dilihat dibawah ini.

Data Resistivitas GL-01

Berdasarkan hasil interpretasi dari titik pengukuran data resistivitas batuan yang telah dilakukan, diperoleh hasil nilai resistivitas pada titik pengukuran GL-01 (Tabel 1) yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Nilai Resistivitas GL-01

No	Nilai Resistivitas Batuan (Ωm)	Kedalaman (m)	Jenis litologi
1	267,39	0 - 3	lapisan penutup pasir dan kerikil kering
2	40,51	3 - 12,11	akuifer bebas dengan litologi pasir dan kerikil jenuh
3	95,52	12,11 – 47,11	lempung pasir dan
4	73,85	47,11 - 70	lapisan kerikil

Pada titik pengukuran (GL-01) dijumpai sebanyak 4 lapisan dengan lapisan pertama bernilai 267,39 Ωm dengan kedalaman 0-3 meter yang dapat diinterpretasikan sebagai lapisan akuiter yaitu kerikil kering, lapisan kedua bernilai 40,51 Ωm dengan kedalaman 3-12,11 meter dan lapisan ketiga 95,52 Ωm dengan kedalaman 12,11–47,11 meter yang dapat diinterpretasikan sebagai akuifer bebas/dangkal dengan litologi pasir dan kerikil jenuh serta lapisan keempat dengan nilai resistivitas 73,85 Ωm dengan kedalaman 47,11-70 meter yang dapat diinterpretasikan sebagai lapisan lempung.

Data Resistivitas GL-02

Pengukuran resistivitas batuan pada titik GL-02 dijumpai sebanyak 5 lapisan. Adapun hasil interpretasi data resistivitas GL-02 dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Resistivitas GL-02

No	Nilai Resistivitas Batuan (Ωm)	Kedalaman (m)	Jenis litologi
1	25,19	0 - 3,16	Sand
2	15,84	3,16 – 4,95	
3	60,27	4,95 – 15,69	Akuifer dengan litologi pasir dan kerikil jenuh
4	12,71	15,69 – 45,87	Akuitar berupa lempung
5	29,74	45,87 - 68	

Pengukuran resistivitas batuan pada titik (GL-02) dijumpai sebanyak 5 lapisan dengan lapisan pertama memiliki nilai resistivitas 25,19 Ωm pada kedalaman 0-3,16 meter yang diinterpretasikan sebagai lapisan akuitar yaitu lempung. Pada lapisan kedua memiliki nilai sebesar 15,84 pada kedalaman 3,16-4,95 meter yang juga diinterpretasikan sebagai lempung. Lapisan ketiga bernilai 60,27 Ωm dengan kedalaman 4,95-15,69 meter yang diinterpretasikan sebagai akuifer bebas/dangkal dengan litologi pasir dan kerikil jenuh. Lapisan keempat memiliki nilai resistivitas batuan 12,71 Ωm dengan kedalaman 15,69-45,87 meter dan lapisan kelima bernilai 29,74 dengan kedalaman 45,87-68 meter yang diinterpretasikan sebagai lapisan lempung.

Data Resistivitas GL-03

Pengukuran resistivitas batuan pada titik GL-03 dijumpai sebanyak 4 lapisan. Adapun hasil interpretasi data resistivitas GL-03 dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Resistivitas GL-03

No	Nilai Resistivitas Batuan (Ωm)	Kedalaman (m)	Jenis litologi
1	152,96	0 – 3,43	lapisan penutup berupa lempung pasiran dan kerikil
2	16,14	3,43 – 8,48	Lapisan akuitar berupa lempung
3	34,84	8,48 – 40,89	Lapisan akuifer berupa sand
4	30,28	40,89 – 61	

Pengukuran resistivitas batuan pada titik (GL-03) dari hasil interpretasi diperoleh lapisan batuan sebanyak 4 lapisan. Lapisan pertama memiliki nilai resistivitas 152,96 Ωm dengan kedalaman 0-3,43 meter yang diinterpretasikan sebagai lapisan akuitar yaitu lempung pasiran. Lapisan kedua memiliki nilai sebesar 16,14 Ωm dengan kedalaman 3,43-8,48 meter, lapisan ketiga memiliki nilai resistivitas 34,84 Ωm pada kedalaman 8,48-40,89 meter serta lapisan keempat dengan nilai resistivitas 30,28 Ωm dengan kedalaman 40,89-61 meter yang diinterpretasikan sebagai lapisan akuifer bebas/dangkal yang tersusun atas litologi sand. Lapisan ketiga dan lapisan keempat diinterpretasikan sebagai sand atau lapisan akuifer.

Data Resistivitas SDM-01

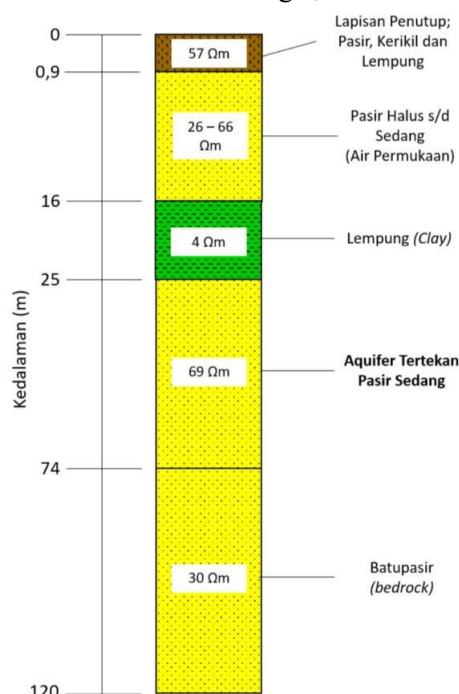
Pengukuran resistivitas batuan oleh Dinas ESDM Provinsi Aceh dilakukan menggunakan metode VES (*Vertikal Electrical Sounding*) dengan konfigurasi *Schlumberger* yang dilakukan pada Formasi Meulaboh (Qpm) yang tersusun atas litologi Lapisan Undak Tua dan endapan pantai kerikil, Pasir, dan Lempung. Pengukuran ini dilakukan dengan panjang bentangan sebesar 600 meter (2x300 m) dengan arah Barat-Timur.

Berdasarkan hasil pengukuran serta hasil inversi data menunjukkan bawah profil 1D memperoleh kedalaman 120 meter. Adapun hasil inversi didapatkan nilai resistivitas batuan (Tabel 4) sebagai berikut :

Tabel 4. Litologi Bawah Permukaan Geolistrik 1D Desa Pasar Kota Bahagia, Kecamatan Kuala Batee, Provinsi Aceh (Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Aceh, 2021)

No	Nilai Resistivitas Batuan (Ωm)	Kedalaman (m)	Jenis litologi
1	57	0 – 0,9	Top Soil (Pasir, Kerikil dan Lempung Setengah Keras)
2	26 – 66	0,9 - 16	Pasir Halus sampai Sedang (Air Permukaan)
3	4	16 - 25	Lempung (Clay)
4	69	25 - 74	Aquifer Tertekan/Sand Pasir Sedang
5	30	74 - 120	Batupasir Setengah Keras (Bedrock)

Model interpretasi Geolistrik 1D Desa Pasar Kota Bahagia, Kuala Batee dilihat pada Gambar 4.



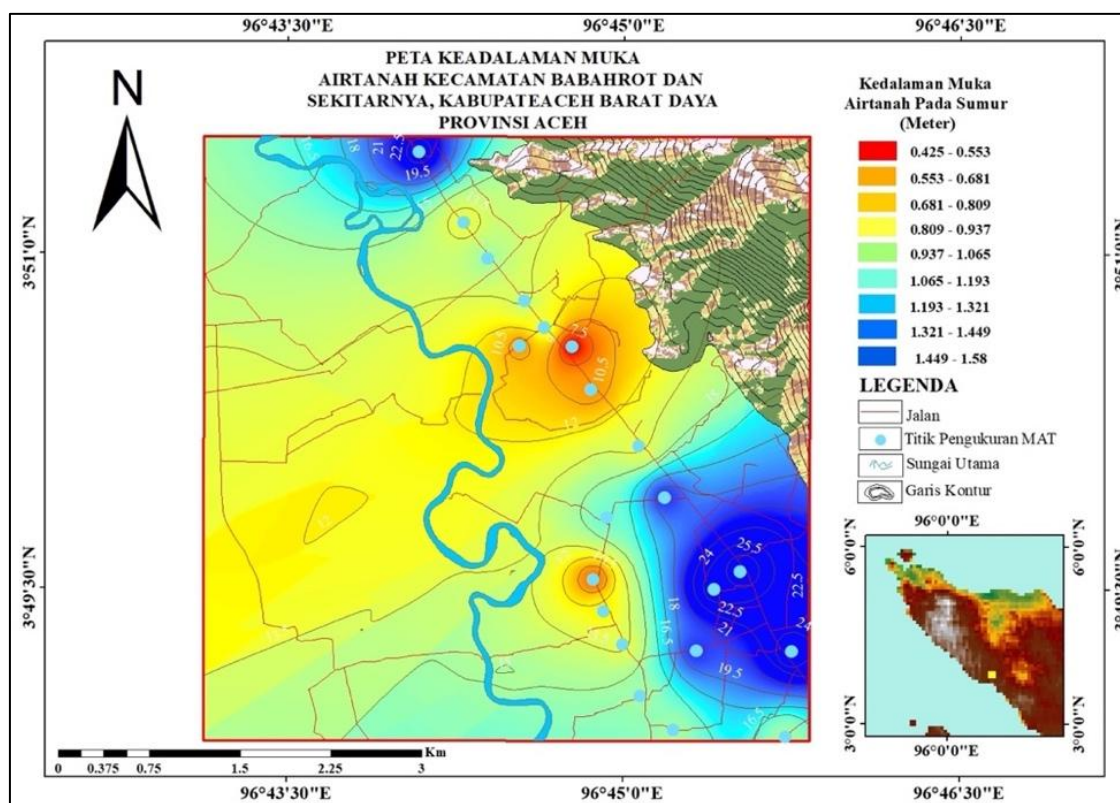
Gambar 4. Model Interpretasi Geolistrik 1D Desa Pasar Kota Bahagia, Kuala Batee, Provinsi Aceh (Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Aceh, 2021)

Kondisi Hidrogeologi

Kedalaman Muka Airtanah

Berdasarkan pengamatan langsung dilapangan, pengambilan data hidrogeologi dilakukan pada kedalaman muka airtanah di Kecamatan Babahrot, Provinsi Aceh. Pengukuran kedalaman muka airtanah di ukur pada 21 titik pengukuran sumur gali warga. Dari pengukuran kedalaman muka airtanah tersebut, diperoleh hasil yang

berbeda-beda yaitu mulai dari 0,42 meter hingga 1,58 meter. Hal ini menunjukkan bahwasanya lokasi penelitian berada pada kondisi airtanah dangkal (Gambar 5).

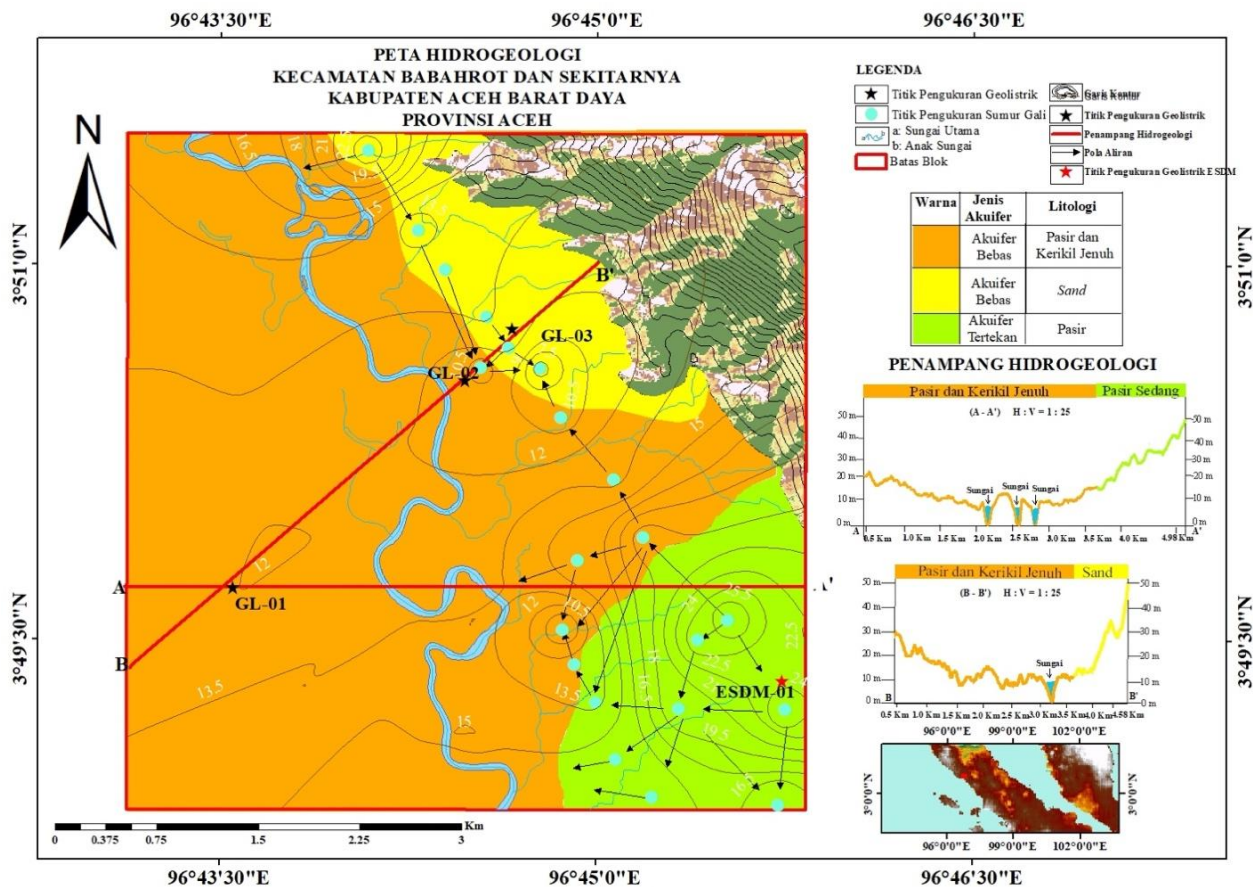


Gambar 5. Peta Kedalaman Muka Airtanah Lokasi Penelitian

Lapisan Akuifer

Berdasarkan hasil interpretasi terhadap 3 titik pengukuran resistivitas batuan yang dilakukan langsung dilapangan dan 1 titik pengukuran yang dilakukan oleh Dinas ESDM Provinsi Aceh di lokasi penelitian, lapisan akuifer yang terdapat di Kecamatan Babahrot terdiri dari akuifer bebas, dan akuifer tertekan. Keberadaan akuifer bebas dijumpai di lokasi penelitian terdapat pada titik pengukuran resistivitas GL-01 dan GL-02, dimana memiliki kedalaman akuifer bebas sebesar 3 hingga 15 meter dengan jenis akuifer berupa pasir dan kerikil jenuh, sedangkan untuk titik pengukuran GL-03 memiliki keberadaan lapisan akuifer bebas pada kedalaman 3,5 hingga 8,5 meter dengan jenis akuifer batupasir. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji bahwa kondisi akuifer pada lokasi penelitian merupakan tipe *unconfined aquifer* (akuifer bebas). Pengukuran resistivitas batuan pada lokasi penelitian dilakukan pada 2 Formasi yaitu Formasi Meulaboh (Qpm) serta Alluvium Fluviatil dan Pantai (Qh). Litologi yang dijumpai pada akuifer memiliki kesamaan terhadap kondisi geologi lokasi penelitian. Menurut peta geologi regional lembar tapaktuan oleh (Cameron dkk., 2012), Kecamatan Babahrot memiliki litologi berupa lempung, pasir dan kerikil.

Berdasarkan data pengukuran resistivitas batuan oleh Dinas ESDM Provinsi Aceh yang dilakukan pada Formasi Meulaboh (Qpm) menunjukkan hasil bahwasanya tipe akuifer daerah tersebut merupakan tipe akuifer tertekan. Akuifer tersebut tersusun atas litologi berupa pasir sedang dengan kedalaman yang cukup dalam yaitu 25 – 74 meter. Berikut ini peta hidrogeologi Kecamatan Babahrot, Provinsi Aceh (Gambar 6).



Gambar 6. Peta Hidrogeologi Kecamatan Babahrot, Provinsi Aceh

Kualitas Airtanah Lokasi Penelitian

Pengujian kualitas airtanah lokasi penelitian yang dilakukan terhadap 8 sampel airtanah meliputi pengujian kualitas fisik airtanah dan kualitas geokimia airtanah. Pengujian kualitas fisik airtanah tersebut meliputi suhu, TDS (Padatan Terlarut), warna, rasa, bau, kekeruhan, suhu, dan DHL (Daya Hantar Listrik). Adapun hasil analisis kualitas fisik airtanah dilokasi penelitian dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Kualitas Sifat Fisik Airtanah Lokasi Penelitian

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Sampel Pengujian Airtanah							
				S-01	S-02	S-03	S-04	S-05	S-06	S-07	S-08
1	Warna	-	Tidak Berwarna	Kuning	Kuning	Kuning	Kuning	Jernih	Jernih	Jernih	Jernih
2	Rasa	-	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa	Tidak berasa
3	Bau	-	Tidak bau	Tidak Bau	Tidak Bau	Tidak Bau	Tidak Bau	Tidak Bau	Tidak Bau	Tidak Bau	Tidak Bau
4	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Suhu Udara	27	27,4	27,9	27,1	27,3	27,5	27,3	27,2
5	Kekeruhan	-	Tidak Keruh	Tidak Keruh	Tidak Keruh	Tidak Keruh	Tidak Keruh	Tidak Keruh	Tidak Keruh	Tidak Keruh	Tidak Keruh
6	TDS	Mg/L	500	100,801	100,884	154,823	55,23	53,723	316,638	58,932	59,981
7	DHL	$\mu\text{s}/\text{cm}$	-	40,2	39,8	61,0	42,3	43,6	60,9	44,5	43,6

Sedangkan untuk pengujian geokimia airtanah dilokasi penelitian dilakukan sebanyak 8 sampel airtanah. Pengujian kualitas geokimia airtanah yang dilakukan di lokasi penelitian terdiri dari : uji BOD, COD, Klorida (Cl), Sulfat (SO₄), Kesadahan (CaCO₃), Kalsium (Ca), Kalium (K) dan Magnesium (Mg). Adapun hasil analisis kualitas geokimia airtanah Kecamatan Babahrot, Provinsi Aceh dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Geokimia Airtanah Lokasi Penelitian

No	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Sampel Pengujian Geokimia Airtanah			
				S-02	S-03	S-06	S-07
1	Klorida (Cl)	250	mg/l	1,820	2,414	2,114	0,612
2	Sulfat (SO ₄)	400	mg/l	9,0	9,5	6,75	<1
3	Kesadahan	500	mg/l	93,0837	98,8070	111,7004	104,2537
4	Kalsium (Ca)	-	mg/l	15,7764	18,0168	18,90335	15,0462
5	Kalium (K)	-	mg/l	1,0599	4,0080	4,3131	0,8445
6	Magnesium (Mg)	-	mg/l	3,1445	4,6034	4,8671	2,5260
7	Natrium (Na)	200	mg/l	2,0219	3,3777	3,7041	1,0721
8	pH	6,5 – 8,5	-	6,94	6,93	7,06	7,64

Tabel 7. Hasil Analisis Geokimia Airtanah Lokasi Penelitian (Satuan mEq/l)

No	Parameter	Satuan	Sampel Pengujian Geokimia Airtanah			
			S-02	S-03	S-06	S-07
1	Klorida (Cl)	mEq/l	0,051	0,068	0,060	0,017
2	Sulfat (SO ₄)	mEq/l	0,187	0,198	0,141	0,021
3	Kesadahan	mEq/l	1,860	1,934	2,232	2,083
4	Kalsium (Ca)	mEq/l	0,787	0,899	0,943	0,751
5	Kalium (K)	mEq/l	0,027	0,103	0,110	0,022
6	Magnesium (Mg)	mEq/l	0,259	0,379	0,401	0,208
7	Natrium (Na)	mEq/l	0,088	0,147	0,161	0,332
8	pH	-	6,94	6,93	7,06	7,64

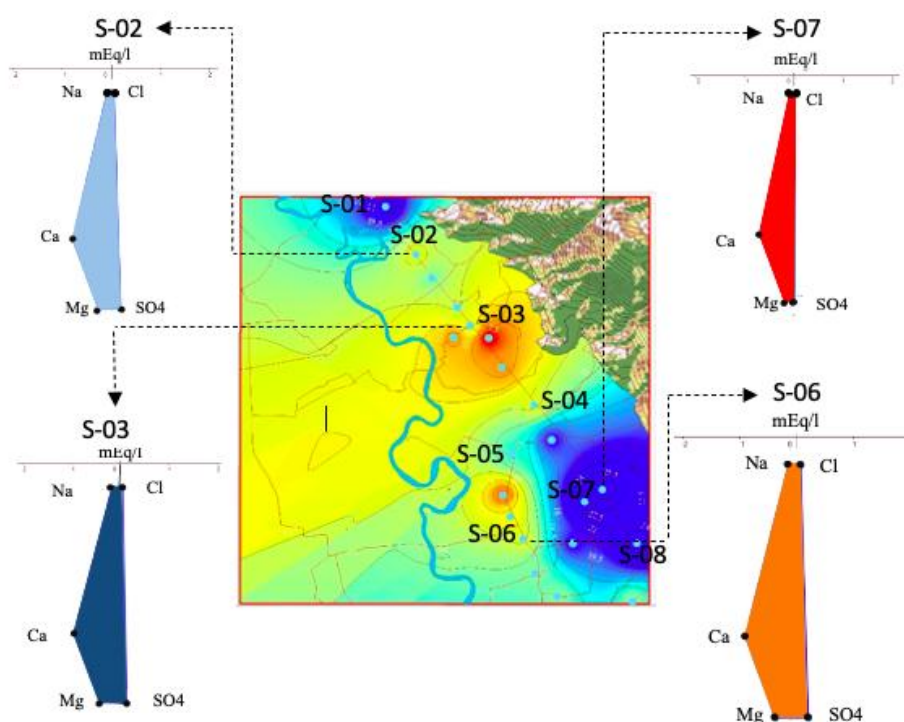
Tabel 8. Hasil Analisis Uji Kualitas Sifat Fisik Airtanah Lokasi Penelitian

No	Parameter	Baku Mutu (Kelas 1)	Satuan	Sampel Pengujian Geokimia Airtanah							
				S-01	S-02	S-03	S-04	S-05	S-06	S-07	S-08
1	BOD	2	mg/L	2,032	2,490	1,382	0,650	2,195	1,056	1,626	0,731
2	COD	10	mg/L	6	8	3	2	7	3	4	2

Analisis Kualitas Geokimia Airtanah Menggunakan Diagram Stiff

Berdasarkan data pengujian geokimia airtanah yang telah diperoleh (Tabel 4), hasil geokimia tersebut diploting kedalam diagram stiff. Diagram stiff merupakan suatu diagram yang digunakan untuk menganalisis sifat-sifat kimia airtanah berdasarkan kandungan ion yang terdapat didalam air. Penggunaan diagram stiff dilakukan untuk mengetahui kandungan ion yang lebih dominan yang terkandung di dalam air seperti kandungan anion dan kation. Pengujian kandungan kation pada penelitian ini terdiri atas: Natrium (Na), Kalsium (Ca) dan Magnesium (Mg), sedangkan kandungan anion yaitu Klorida (Cl) dan Sulfat (SO₄). Hasil analisis yang sudah di ploting ke dalam diagram stiff dilihat pada Gambar 7.

Berdasarkan diagram tersebut diketahui bahwa pada unsur kation ion Kalsium (Ca) merupakan ion yang mendominasi, sedangkan pada bagian anion unsur yang mendominasi terdapat pada ion Sulfat (SO₄). Sumur yang paling tinggi akan kandungan ion Kalsium (Ca) terdapat pada sumur S-06 sedangkan sumur yang memiliki kandungan Sulfat (SO₄) tertinggi terdapat pada sumur S-03.

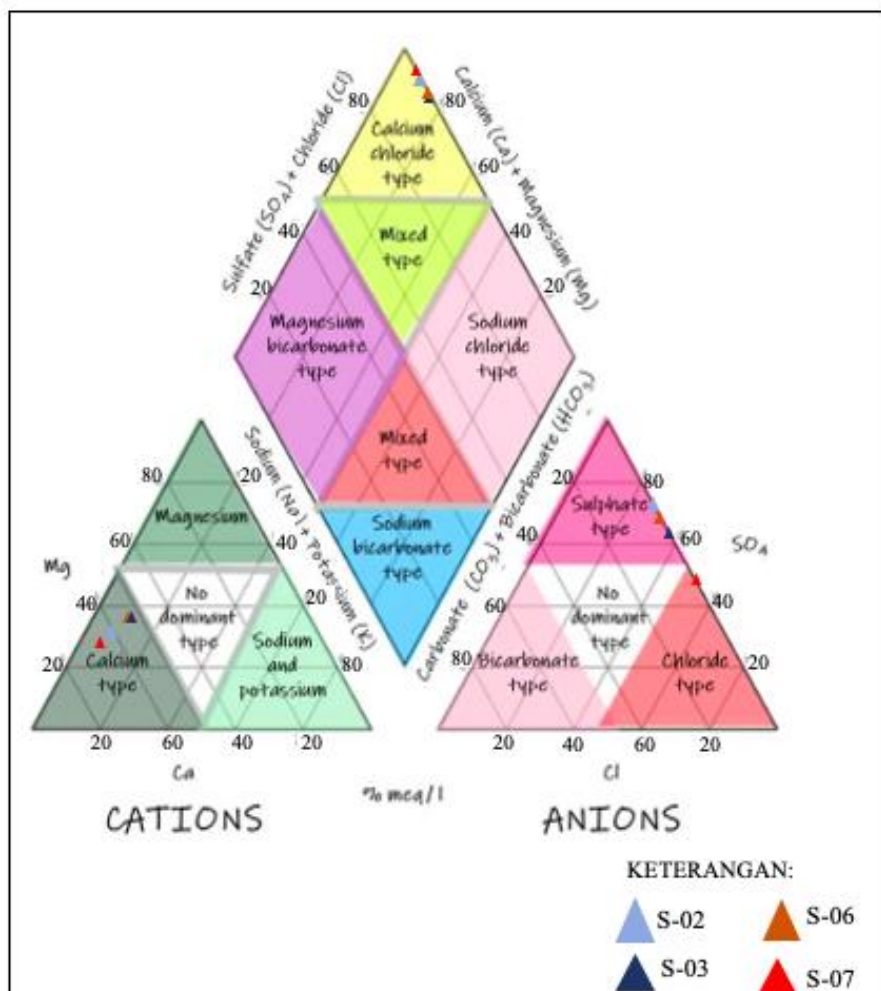


Gambar 7. Hasil Analisis Kualitas Geokimia airtanah lokasi penelitian pada Diagram Stiff

Analisis Kualitas Geokimia Airtanah Menggunakan Diagram Piper

Diagram piper menggunakan kandungan unsur-unsur kimia untuk dapat dianalisis pada sampel air seperti anion dan kation. Analisis unsur kation yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari: Natrium (Na), Kalium (K), Kalsium (Ca) dan Magnesium. Sedangkan pengujian unsur anion meliputi: Klorida (Cl) serta Sulfat (SO₄). Nilai-nilai yang sudah didapatkan akan di plotting ke dalam diagram piper dengan tujuan untuk mengetahui kondisi kimia dari airtanah yang diuji. Nilai-nilai hasil analisis pengujian kimia anion dan kation dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Hasil analisis yang sudah di plotting ke dalam diagram piper dilihat pada Gambar 8.

Hasil analisis diagram piper pada Gambar 9 menunjukkan airtanah daerah penelitian masuk ke dalam tipe airtanah “*calcium type*” yaitu pada kode sumur S-01, S-02, S-03 dan S-04, sedangkan pada segitiga anion menunjukkan airtanah pada sumur S-01, S-02 dan S-03 masuk ke dalam tipe airtanah “*sulphate type*” dan pada sumur S-04 masuk ke dalam tipe airtanah “*chloride type*”. Setelah itu, keempat titik yang terdapat pada masing-masing segitiga tersebut ditarik lurus ke arah jejargenjang yang mana akan diperoleh pertemuan antara masing-masing titik tersebut. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa kelompok airtanah daerah penelitian masuk ke dalam tipe “*calcium chloride*”. Airtanah dengan tipe tersebut merupakan airtanah yang mengandung unsur kalsium (Ca) dan unsur klorida (Cl) dalam jumlah yang signifikan. Kandungan ion-ion tersebut dapat berasal dari pelarutan garam secara alami yang mengandung kalsium dan klorin serta dari aktivitas manusia seperti penggunaan pupuk atau bahan kimia.



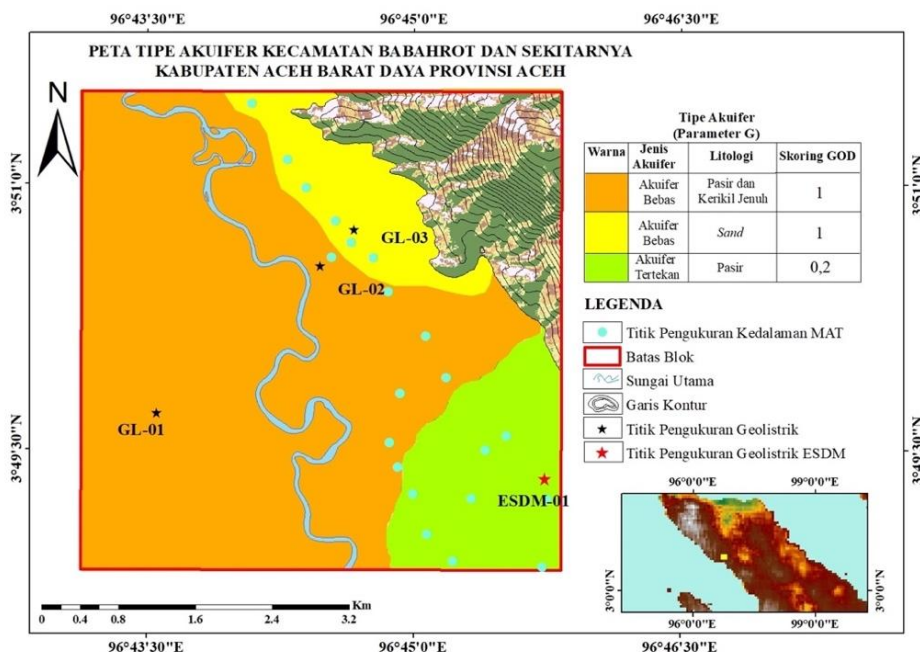
Gambar 8. Hasil Analisis Airtanah lokasi penelitian pada Diagram Piper

Analisis Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Menggunakan Metode GOD (*Groundwater Occurrence, Overlaying Lithology and Depth of Groundwater*)

Zonasi tingkat kerentanan airtanah pada penelitian ini didasari oleh 3 parameter yaitu jenis litologi penyusun akuitar, tipe akuifer, serta kedalaman muka airtanah. Berdasarkan data resistivitas yang telah diperoleh, jenis akuifer di lokasi penelitian tergolong kedalam jenis akuifer bebas (*unconfined aquifer*) dan akuifer tertekan (*confined aquifer*). Jenis litologi akuifer bebas di lokasi penelitian terdiri dari sand, pasir dan kerikil jenuh. Sedangkan jenis litologi akuifer tertekan yaitu pasir. Adapun penilaian parameter akuifer berdasarkan klasifikasi GOD dilihat pada Tabel 9, dan peta jenis akuifer berdasarkan scoring GOD dilihat pada Gambar 9.

Tabel 9. Nilai GOD Parameter Jenis Akuifer Lokasi Penelitian

Jenis Akuifer	Litologi	Nilai GOD
Akuifer Bebas	Pasir dan Kerikil Jenuh	1
Akuifer Bebas	Sand	1
Akuifer Tertekan	Pasir	0,2

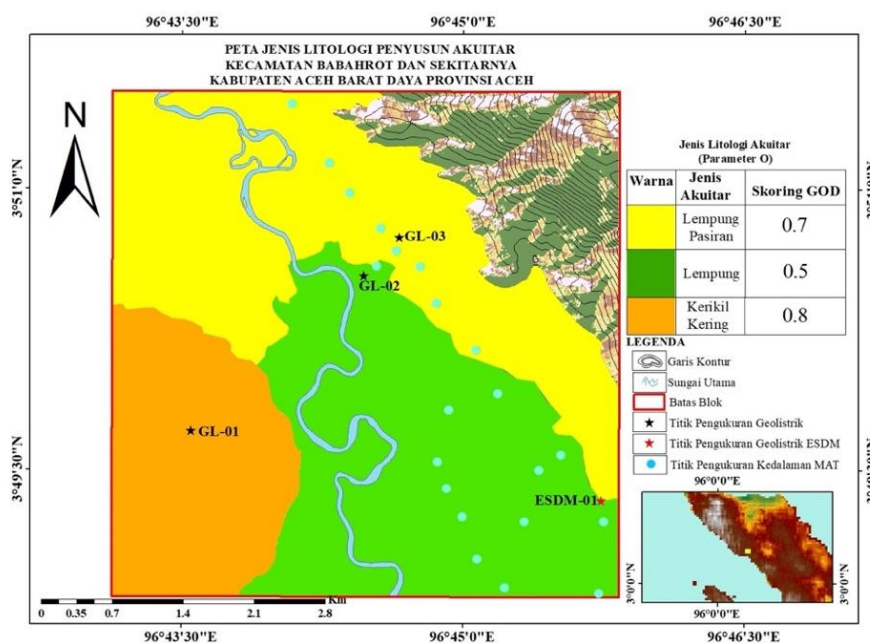


Gambar 9. Peta Tipe Akuifer Lokasi Penelitian

Selain itu, untuk tipe akuitar yang terdapat di lokasi penelitian berdasarkan data resistivitas yang diperoleh berupa lempung pasiran, kerikil kering, dan lempung. Lapisan akuitar merupakan lapisan yang relatif kedap air, akuitar dapat terletak diatas lapisan akuifer jika lapisan dibawahnya lebih kedap air, dan lapisan akuitar dapat terletak dibawah lapisan akuifer jika lapisan diatasnya lebih kedap air. Adapun nilai parameter akuitar berdasarkan klasifikasi metode GOD dilihat pada Tabel 10, dan peta jenis akuitar lokasi penelitian dilihat pada Gambar 10.

Tabel 10. Nilai GOD Jenis Akuitar Lokasi Penelitian

Jenis Akuitar	Nilai GOD
Lempung Pasiran	0,7
Lempung	0,5
Kerikil Kering	0,8



Gambar 10. Peta Jenis Litologi Akuitar Lokasi Penelitian

Pengukuran kedalaman muka airtanah Kecamatan Babahrot dilakukan pada 21 titik sumur gali warga. Nilai kedalaman muka airtanah dilokasi penelitian mulai dari 0,42 meter hingga 1,58 meter. Peta titik lokasi pengambilan data muka airtanah dilihat pada Gambar 2. Adapun nilai parameter kedalaman muka airtanah berdasarkan klasifikasi metode GOD dapat dilihat pada Tabel 11, dan peta kedalaman muka airtanah Kecamatan Babahrot dilihat pada Gambar 5.

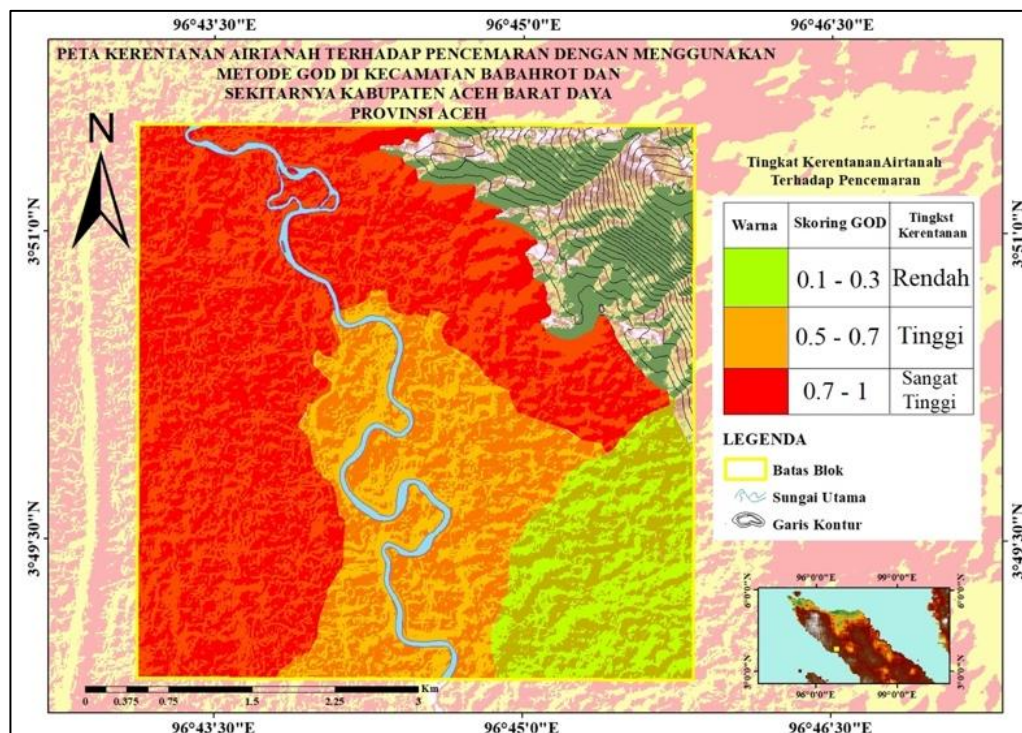
Tabel 11. Nilai GOD Kedalaman Muka Airtanah Lokasi Penelitian

Kedalaman Muka Airtanah (m)	Nilai GOD
0,42 – 1,58	1

Berdasarkan hasil perhitungan pembobotan nilai kerentanan airtanah menggunakan metode GOD di Kecamatan Babahrot didapatkan nilai skoring yaitu 0,1, 0,5 dan 0,7 berdasarkan tabel penilaian GOD (Foster,1987). Nilai indeks kerentanan tersebut diperoleh dari hasil perkalian bobot parameter GOD yaitu tipe akuifer, litologi akuitar, serta kedalaman muka airtanah. Berdasarkan nilai tersebut menunjukkan kelas tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran di Kecamatan Babahrot masuk kedalam kategori kelas rendah, tinggi dan sangat tinggi. Berikut merupakan hasil zonasi peta kerentanan airtanah terhadap pencemaran berdasarkan metode GOD di lokasi penelitian (Gambar 11).

Tabel 11. Nilai GOD Parameter Kerentanan Airtanah di Lokasi Penelitian

Nilai	Tingkat Kerentanan	Sifat	Persebaran (Desa)
0.1 – 0.3	Rendah	Hanya rentan terhadap pencemar konservatif dalam jangka panjang ketika dibuang secara meluas dan terus menerus	Kota Bahagia, Desa Pasar Kota Bahagia, Krueng Panto, Pasar Kota Bahagia
0.5 – 0.7	Tinggi	Dapat tercemar oleh semua polutan, kecuali yang memerlukan daya serap	Gelanggan Gajah, Kuala Teurubu
0.7 - 1	Sangat Tinggi	Rentan terhadap sebagian besar pencemar air dengan dampak cepat dalam berbagai skenario pencemaran	Blang Dalam



Gambar 11. Peta Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Menggunakan Metode GOD di Kecamatan Babahrot, Provinsi Aceh

Zonasi kerentanan diperoleh dari penggabungan tiga parameter meliputi tipe akuifer, tipe akuitar, serta kedalaman muka airtanah. Hasil dari penggabungan ketiga parameter tersebut dilihat pada Tabel 9, serta peta zonasi kerentanan airtanah di Kecamatan Babahrot dilihat pada Gambar 11. Berdasarkan zonasi kerentanan airtanah tersebut menunjukkan hasil kerentanan yaitu kerentanan sangat tinggi, kerentanan tinggi, dan kerentanan rendah. Zonasi kerentanan sangat tinggi terdapat di Desa Blang Dalam dengan tipe akuifer berupa sand, pasir dan kerikil jenuh, litologi akuitar berupa lempung pasir dan kerikil sedang, serta kedalaman muka airtanah sebesar 0,4 – 1,1 meter. Sedangkan tingkat kerentanan tinggi terdapat di Desa Gelanggang Gajah dan Kuala Teurubu dengan litologi akuifer berupa pasir dan kerikil jenuh, litologi akuitar berupa lempung dan kedalaman muka airtanah sebesar 0,8 – 1,3 m. Untuk zonasi kerentanan rendah terdapat di Desa Kota Bahagia, Desa Pasar Kota Bahagia, Krueng Panto, Pasar Kota Bahagia dengan litologi akuifer berupa pasir, litologi akuitar yaitu lempung, dengan kedalaman muka airtanah sebesar 1,1 – 1,5 m.

Zona kerentanan sangat tinggi berada pada tipe akuifer berupa sand, pasir, dan kerikil jenuh. Hal ini menandakan bahwasanya tipe akuifer tersebut memiliki sifat permeabilitas tinggi dikarenakan mempunyai pori-pori yang besar dan terhubung dengan baik, sehingga apabila nantinya ada unsur pencemar yang terdapat pada lokasi penelitian akan sangat mudah untuk masuk dan menyerap pada lapisan airtanah. Oleh karenanya, pada zona kerentanan sangat tinggi akan sangat berpotensi untuk terjadinya pencemaran airtanah. Selain itu, penggunaan lahan dilokasi penelitian pada zona tingkat kerentanan sangat tinggi diperuntukkan sebagai area perumahan warga dan perkebunan sawit. Sehingga potensi terjadinya tingkat kerentanan airtanah terhadap pencemaran sangat mungkin terjadi apabila penggunaan pupuk dilakukan secara terus menerus.

PENUTUP

Simpulan dan Saran

Berdasarkan kondisi hidrogeologi di lokasi penelitian, jenis akuifer yang terdapat dilokasi penelitian menurut data resistivitas yang diperoleh yaitu tergolong kedalam jenis akuifer bebas dan akuifer tertekan. Tipe litologi pada jenis akuifer bebas terdiri dari sand, pasir dan kerikil jenuh. Sedangkan litologi jenis akuifer tertekan yaitu pasir. Selain itu, lokasi penelitian memiliki litologi jenis akuitar terdiri dari lempung, lempung pasir, dan kerikil kering. Lokasi penelitian memiliki kedalaman muka airtanah 0,42 meter hingga 1,58 meter.

Kualitas sifat fisik airtanah lokasi penelitian menunjukkan hasil bahwa airtanah tersebut masih berada di bawah batas yang diperbolehkan berdasarkan standar baku mutu airtanah. Berdasarkan diagram piper pada segitiga kation menunjukkan airtanah lokasi penelitian masuk kedalam tipe airtanah “*calcium type*” yaitu pada kode sumur (S-03, S-03, S-06 dan S-07), sedangkan pada segitiga anion menunjukkan bahwa airtanah pada sumur (S-02, S-03 dan S-06) masuk ke dalam tipe airtanah “*sulphate type*” dan pada sumur (S-07) masuk kedalam tipe airtanah “*chloride type*”. Berdasarkan diagram piper yang berbentuk jajargenjang diketahui bahwa kelompok airtanah lokasi penelitian masuk ke dalam tipe “*calcium chloride*”.

Analisis kerentanan airtanah terhadap pencemaran di Kecamatan Babahrot, Provinsi Aceh dilakukan menggunakan metode GOD dengan parameter yaitu tipe akuifer, tipe akuitar, serta kedalaman muka airtanah. Berdasarkan hasil zonasi kerentanan airtanah yang diperoleh terdiri dari kerentanan rendah, kerentanan tinggi, dan kerentanan sangat tinggi. Zonasi kerentanan sangat tinggi terdapat di Desa Blang Dalam dengan litologi akuifer yaitu sand, pasir dan kerikil, litologi akuitar berupa lempung pasir dan kerikil sedang, serta kedalaman muka airtanah sebesar 0,4 – 1,1 meter. Sedangkan zonasi kerentanan tinggi terdapat di Desa Gelanggang Gajah dan Kuala Teurubu dengan litologi akuifer yaitu pasir dan kerikil jenuh, litologi akuitar berupa lempung dan kedalaman muka airtanah sebesar 0,8 – 1,3 m. Untuk zonasi kerentanan rendah terdapat di Desa Kota Bahagia, Desa Pasar Kota Bahagia, Krueng Panto, Pasar Kota Bahagia dengan litologi akuifer berupa pasir, litologi akuitar yaitu lempung, dengan kedalaman muka airtanah sebesar 1,1 – 1,5 m.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didanai oleh Universitas Syiah Kuala, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Penelitian Lektor Tahun Anggaran 2025 Nomor : 513/UN11.L1/PG.01.03/14017-PTNBH/2025 tanggal 15 Juli 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Cameron, N. R., Bennet, J. D., Bridge, D. M., Djunuddin, A., Ghazali, S. A., Harahap, H., Jeffery, D. H., Kartawa, W., Keats, W., Rock, N. M. S., & Whandoyo, R. (2012). Peta Geologi Lembar Tapaktuan, Sumatra. Pusat Survei Geologi.
- Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Aceh. (2021). Laporan Survei Geolistrik Penyelidikan Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik 1D Tahanan Jenis Konfigurasi Schlumberger Kabupaten Aceh Barat Daya.
- Foster, S. S. D. (1987). Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. In Duijvenbooden W, & Waegeningh HG (Eds), Vulnerability of soil and groundwater to pollutants. TNO committee on hydrological research. The Hague, Proc Info., 38(38).
- Goyal, D., Haritash, A. K., & Singh, S. K. (2023). Hydrogeochemical characterisation and geospatial analysis of groundwater for drinking water quality in Ludhiana district of Punjab, India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(6). <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11220-x>
- Hastuti, D., Yulianto, T., & Putranto, T. T. (2016). Analisis Kerentanan Airtanah Terhadap Pencemaran Di Dataran Alluvial Kota Semarang Menggunakan Metode God Dengan Memanfaatkan Data Resistivitas Dan Data Hidrogeologi. *Youngster Physics Journal*, 5(4).
- Irham, M., Irpan, M., Sartika, D., Setiya Nugraha, G., & Dharma, D. B. (2022). Study of the suitability of rock type with the chemical typology of groundwater in the Jeunib basin, Aceh. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(3). <https://doi.org/10.1007/s12517-022-09489-2>
- Kristanto, W. A. D., Astuti, F. A., Nugroho, N. E., & Febriyant, S. V. (2020). Sebaran daerah sulit airtanah berdasarkan kondisi geologi daerah perbukitan Kecamatan Prambanan, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 12(1). <https://doi.org/10.20885/jstl.vol12.iss1.art6>
- Muhni, A., Sartika, D., Suhaidi, B., Putra, H. S., Adrian, S. H., Safira, M., Zainal, M., & Fakri, F. (2025). Mitigating Leachate Contamination: Geological Investigations at Alue Lim Landfill Area, Lhokseumawe City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Prayogo, T. (2016). Kajian kondisi air tanah dangkal daerah Wonomarto Kabupaten Lampung Utara. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 15(2). <https://doi.org/10.29122/jtl.v15i2.1604>
- Sartika, D., Muhni, A., Rifqan, R., & Putra, H. S. (2020). Groundwater Vulnerability to Pollution Using the GOD Method in Banda Aceh City, Aceh Province. *Journal of Aceh Physics Society*, 9(3). <https://doi.org/10.24815/jacps.v9i3.17332>
- Sulu, S. S., As'ari, A., & Tongkukut, S. H. J. (2015). Pemetaan akuifer airtanah di wilayah kampus Unsrat Manado dengan menggunakan metode geolistrik tahanan jenis. *JURNAL ILMIAH SAINS*, 15(1). <https://doi.org/10.35799/jis.15.1.2015.6771>
- Valentino, D. (2013). Kajian Pengawasan Pemanfaatan Sumberdaya Air Tanah di Kawasan Industri Kota Semarang. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 1(3). <https://doi.org/10.14710/jwl.1.3.265-274>
- Wibowo, D. A., Raharjo, P. D., Puswanto, E., Winduhutomo, S., Afif, M. Al, & Saputro, S. P. (2021). Identifikasi Pencemaran Airtanah Bebas Menggunakan Geolistrik di Lokasi Sekitar Industri Penyamakan Kulit. *Majalah Geografi Indonesia*, 35(1). <https://doi.org/10.22146/mgi.61106>
- Wicaksono, D., & Nurjani, E. (2013). Kajian Kerentanan Air Tanah Bebas terhadap Pencemaran di Kawasan Pesisir Parangtritis Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(2).

- Xu, F., Li, P., Chen, W., He, S., Li, F., Mu, D., & Elumalai, V. (2022). Impacts of land use/land cover patterns on groundwater quality in the Guanzhong Basin of northwest China. *Geocarto International*, 37(27). <https://doi.org/10.1080/10106049.2022.2115153>
- Yuan, R., Li, Z., & Guo, S. (2023). Health risks of shallow groundwater in the five basins of Shanxi, China: Geographical, geological and human activity roles. *Environmental Pollution*, 316. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120524>
- Zhang, Z., Guo, Y., Wu, J., & Su, F. (2022). Surface Water Quality and Health Risk Assessment in Taizhou City, Zhejiang Province (China). *Exposure and Health*, 14(1). <https://doi.org/10.1007/s12403-021-00408-6>