

Investigasi Air Tanah dengan Metode *Geoscanner* di Kabupaten Grobogan, Jawa Tengah

Ngudi Aji Jaka Yuwana^{1*}, Pungky Ferina Sari²

^{1,2} Dinas Pertanian Kabupaten Grobogan, Indonesia

[¹](mailto:ngudiaji@gmail.co), [²](mailto:pungkyferina25@gmail.com)

Korespondensi penulis : [^{*}](mailto:ngudiaji@gmail.co)

Abstract. *Grobogan Regency is an agricultural region that frequently faces chronic drought, particularly during extended dry seasons. This situation significantly affects the agricultural sector and the availability of clean water for the population. This study aims to identify the subsurface geological conditions, lithological characteristics of the bedrock, and the distribution and potential of groundwater aquifers using a resistivity-based geoscanner method. This geophysical approach was chosen for its ability to map subsurface structures non-invasively. The research was conducted at six measurement points in Grobogan from July to September 2020. The resistivity data were analyzed using Res2Dinv software to generate two-dimensional subsurface profiles. The results revealed that rock resistivity values ranged from 0.06 to 821 ohm-meters, indicating lithological variations such as clay, sand, calcareous sandstone, marl, and hard limestone. Five distinct aquifer zones were identified with varying depths and thicknesses. One promising site indicated a productive groundwater zone at a depth of 30–70 meters, with a thickness exceeding 20 meters. These findings are expected to serve as a scientific foundation for planning groundwater exploration and sustainable water resource management in Grobogan, particularly in drought-prone areas. Furthermore, the use of geoscanner-based techniques presents a promising application of geophysical methods in the broader context of water resource planning in regions with similar geological settings.*

Keywords: *Geoscanner, resistivity, groundwater, aquifer, Grobogan*

Abstrak. Kabupaten Grobogan merupakan wilayah agraris yang kerap menghadapi persoalan kekeringan kronis, terutama selama musim kemarau panjang. Kondisi ini berdampak signifikan terhadap sektor pertanian dan pasokan air bersih bagi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi geologi bawah permukaan, karakteristik litologi batuan, serta persebaran dan potensi akuifer airtanah menggunakan metode geoscanner berbasis resistivitas. Metode ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam memetakan struktur bawah permukaan tanpa perlu penggalian langsung. Penelitian dilaksanakan pada enam titik pengukuran di wilayah Grobogan selama periode Juli hingga September 2020. Data resistivitas dianalisis menggunakan perangkat lunak Res2Dinv yang menghasilkan model penampang dua dimensi untuk setiap lokasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai resistivitas batuan berkisar antara 0,06 hingga 821 ohm-meter, yang merepresentasikan variasi litologi seperti lempung, pasir, batupasir gampingan, napal, hingga batugamping keras. Berdasarkan interpretasi data, teridentifikasi lima zona akuifer dengan kedalaman dan ketebalan bervariasi. Salah satu lokasi menunjukkan potensi airtanah produktif pada kedalaman 30–70 meter dengan ketebalan lebih dari 20 meter. Temuan ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi perencanaan eksplorasi dan pengelolaan airtanah di Kabupaten Grobogan, terutama dalam mendukung ketahanan air di wilayah rawan kekeringan. Selain itu, pendekatan berbasis geoscanner ini juga membuka peluang bagi penerapan teknologi geofisika terapan dalam konteks perencanaan sumber daya air di daerah lain dengan karakteristik geologi serupa.

Kata Kunci: Geoscanner, resistivitas, airtanah, akuifer, Grobogan

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Grobogan merupakan daerah di Provinsi Jawa Tengah yang kegiatan ekonomi utamanya terletak pada sektor pertanian. Hal ini disebabkan oleh kondisi geografis daerah yang subur serta sejarah wilayah yang dikenal sebagai lumbung pangan. Kabupaten ini termasuk ke dalam wilayah Daerah Aliran Sungai Jragung, Tuntang, Serang, Lusi dan Juwana (DAS Jratunseluna) yaitu pada sub DAS Tuntang, Serang dan Lusi hilir. Pada Sub DAS tersebut banyak dibangun bangunan irigasi, diantaranya: Waduk Butak, Simo, Nglangon, Bendungan Kedungombo, Bendung Dumpil, Sidorejo, Sedadi, Lanang serta jaringan irigasi

lainnya. Meskipun pendistribusian air belum optimal, namun keberadaan waduk-waduk tersebut sangat berarti bagi daerah-daerah yang berada di bawah aliran waduk.

Kenyataan yang ada sekarang ini pada musim kemarau Kabupaten Grobogan mengalami kekeringan yang cukup tinggi (Rahayu dan Irianto 2013). Kekeringan yang terjadi sepanjang tahun berdampak buruk terhadap hasil pertanian para usaha tani di daerah tersebut. Air yang digunakan untuk irigasi menjadi berkurang dan bisa dikatakan tidak ada saat musim kemarau. Salah satu upaya untuk menanggulangi permasalahan tersebut adalah dengan pendayagunaan air tanah secara maksimal yaitu dengan pembangunan irigasi air tanah dalam (sumur bor).

Tahapan terpenting dalam pembangunan dan pemanfaatan irigasi air tanah adalah tahapan perencanaan prasarana pemanfaatan air tanah. Pengambilan air tanah dalam yang berlebihan dan tidak terkendali akan menyebabkan penurunan muka air tanah dan dapat memicu turunnya permukaan tanah. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu kajian hidrogeologi untuk mengetahui persebaran dan potensi air tanah yang berada di Kabupaten Grobogan.

Hidrogeologi dapat diartikan sebagai geologi air (*the geology of water*) adalah suatu studi mengenai interaksi antara kerangka batuan dan air tanah (Kodoatie 2010). Salah satu pendekatan yang digunakan untuk kajian studi hidrogeologi yaitu dengan metode tahanan jenis atau metode geoscanner.

Metode geoscanner adalah metoda geofisika yang memanfaatkan sifat resistivitas media untuk mempelajari keadaan bawah permukaan tanah dengan menggunakan arus listrik searah (DC). Metode ini menggunakan instrumen yang didesain dengan sistem pengukuran elektroda banyak channel (*multichannel*) dan pengambilan data otomatis dengan sampling arus injeksi dilakukan setiap 2-5 detik. Alat ini memberikan hasil dengan tingkat akurasi tinggi dan pengukuran resistivitas bisa dilakukan secara simultan sampai 16 elektroda, dan dapat pula diperbanyak menjadi 32, 48, 64, 128 elektroda atau lebih (maksimal 1000 channel). Dengan demikian akan menghemat waktu dan tenaga serta lebih efisien dalam pengukuran resistivitas bawah permukaan.

Survei geoscanner (*vertikal sounding*) dimaksudkan untuk menduga ketebalan lapisan yang mengandung air tanah (*akuifer*). Akuifer pada suatu lapisan biasanya terdapat pada lapisan berpasir atau *porous* (Todd dan Mays 2005). Sedangkan untuk menduga penyebaran air tanah ke arah lateral digunakan teknik korelasi antar sumur. Berdasarkan hasil survei ini, kemudian akan direkomendasikan titik lokasi pembangunan sumur bor yang tepat dan kedalaman yang sesuai dengan lapisan akuifer sehingga akan diperoleh air tanah dalam jumlah yang melimpah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi hidrogeologi dan litologi batuan penyusun lapisan bawah permukaan tanah di lokasi pengukuran, sehingga dapat diketahui adanya lapisan pembawa air tanah atau akuifer yang ada di Kabupaten Grobogan dengan menggunakan pendekatan metode geoscanner.

Penelitian ini berpijak pada prinsip dasar metode geolistrik resistivitas yang digunakan untuk mengidentifikasi variasi litologi bawah permukaan dan sistem akuifer melalui pengukuran hambatan jenis listrik tanah. Metode ini berlandaskan pada hukum Ohm, yang menyatakan bahwa besar arus listrik sebanding dengan tegangan dan berbanding terbalik dengan hambatan listrik. Dalam konteks geofisika, nilai resistivitas tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi geologis seperti porositas, kadar air, dan kandungan mineral dalam batuan. Oleh karena itu, variasi resistivitas dapat digunakan sebagai indikator keberadaan airtanah. Batuan dengan porositas tinggi dan kejenuhan air tinggi, seperti pasir jenuh atau lanau, cenderung memiliki resistivitas rendah, sedangkan batuan kedap air seperti batugamping memperlihatkan resistivitas tinggi.

Metode geolistrik resistivitas telah terbukti menjadi salah satu alat eksplorasi yang andal untuk studi hidrogeologi. Studi oleh Gundogdu dan Guney (2012) serta Zhou et al. (2020) menunjukkan keberhasilan penggunaan resistivitas dalam mengidentifikasi lapisan akuifer dan zona jenuh air di berbagai formasi geologi. Teknik ini memberikan keuntungan karena bersifat non-invasif, relatif murah, dan mampu memetakan struktur bawah permukaan secara lateral dan vertikal. Selain itu, dengan dukungan perangkat lunak pemodelan dua dimensi seperti Res2Dinv, interpretasi data resistivitas kini dapat dilakukan dengan akurasi spasial yang tinggi, memberikan gambaran lebih realistis mengenai sistem airtanah.

Studi serupa juga telah dilakukan di wilayah karst Gunungkidul oleh Haryono et al. (2021), yang berhasil memetakan akuifer dangkal melalui pemodelan resistivitas. Namun, pada wilayah Kabupaten Grobogan, pemanfaatan metode ini masih belum banyak dilakukan. Pendekatan konvensional dalam eksplorasi airtanah masih mendominasi, dengan keterbatasan dalam pemodelan spasial yang tepat dan terpadu. Belum banyak penelitian yang memanfaatkan integrasi antara teknik resistivitas dan pemodelan digital untuk pemetaan sumber daya air, terutama di wilayah-wilayah yang rentan terhadap kekeringan musiman dan krisis air bersih.

Riset ini berusaha menjembatani kesenjangan tersebut dengan menerapkan pendekatan geoscanner resistivitas untuk memetakan sistem akuifer di Kabupaten Grobogan. Penggunaan pemodelan dua dimensi lintasan geolistrik memberikan keunggulan dalam mengidentifikasi sebaran airtanah secara lebih detail dan sistematis. Dalam konteks pengelolaan sumber daya

air, pendekatan ini juga memberikan dasar yang kuat bagi perencanaan pembangunan berkelanjutan, terutama untuk daerah yang selama ini kesulitan dalam mengakses data airtanah yang akurat. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bersifat teknis tetapi juga strategis, karena memberikan solusi praktis dan terukur untuk kebutuhan masyarakat dan pemerintah daerah.

Lebih jauh, integrasi antara metode resistivitas dan sistem informasi geografis (SIG) seperti ditunjukkan oleh Suryadi et al. (2021) dapat memperkuat hasil pemetaan dengan pendekatan spasial yang lebih luas. Dengan menggabungkan data resistivitas dengan data lingkungan lainnya, seperti topografi, penggunaan lahan, dan curah hujan, analisis dapat dilakukan secara komprehensif untuk menghasilkan zonasi potensi airtanah. Hal ini sangat penting dalam menghadapi tantangan krisis air dan perubahan iklim yang membutuhkan pemanfaatan data geosains dalam pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based decision making*). Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya memperkaya literatur ilmiah, tetapi juga memberikan kontribusi langsung bagi pembangunan wilayah yang lebih resilien terhadap perubahan lingkungan.

2. METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah, selama periode Juli hingga September 2020. Penentuan lokasi pengukuran didasarkan pada pendekatan ilmiah yang mempertimbangkan faktor geologi, hidrogeologi, dan rencana tata ruang wilayah. Enam titik pengukuran dipilih dengan menggunakan metode *purposive sampling* yang didasarkan pada indikasi prospektif keberadaan airtanah serta distribusi spasial zona potensial krisis air. Lokasi tersebut berada pada koordinat geografis antara 7°1'58.321" - 7°12'48.316" Lintang Selatan dan 110°35'59.125" - 110°49'46.138" Bujur Timur sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Dalam pelaksanaan survei geolistrik, penelitian ini menggunakan metode resistivitas geoscanner berbasis konfigurasi Pole-Dipole, yang dikenal unggul dalam mendeteksi variasi lateral resistivitas dan kedalaman relatif sedang hingga dalam. Peralatan utama yang digunakan meliputi sistem automatic resistivity meter (ARES G4 48-channel), elektroda besi sebanyak 48 buah, dua unit kabel multichannel sepanjang 250 meter, serta satu unit kabel sepanjang 500 meter. Selain itu, pendukung teknis seperti kompas, GPS, kalkulator, dan komputer dengan perangkat lunak ArcGIS, Surfer, serta Res2Dinv digunakan untuk visualisasi dan interpretasi data. Perangkat lunak Res2Dinv berfungsi dalam pemodelan resistivitas dua dimensi dari data lapangan.

Data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran tahanan jenis di lapangan melalui alat geoscanner. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari berbagai sumber seperti peta geologi, hidrogeologi, topografi, dan data administrasi Kabupaten Grobogan. Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi pengumpulan data, praproses dan eliminasi data outlier, analisis kuantitatif dan pemodelan resistivitas, interpretasi spasial litologi, hingga simpulan dari zona prospektif akuifer.

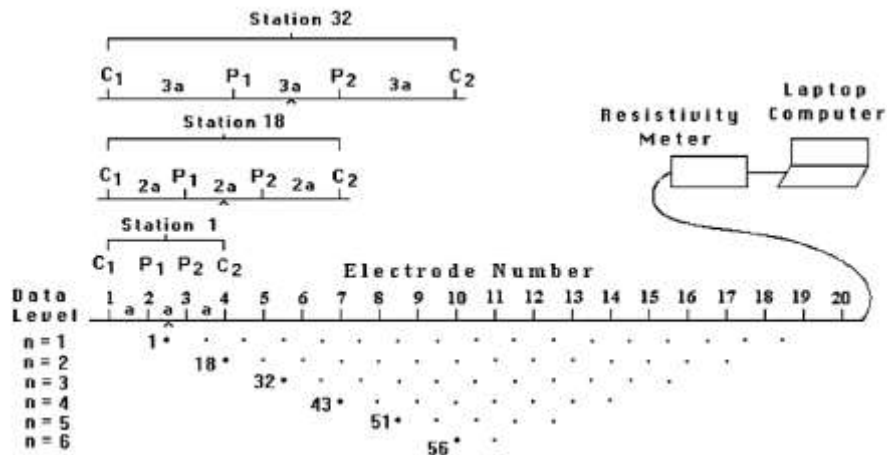
Pengolahan data resistivitas terdiri atas dua tahapan penting, yaitu eliminasi error (bad datum points) dan inversi data untuk memperoleh true resistivity. Proses inversi dilakukan dengan mengestimasi model bawah permukaan secara iteratif, di mana nilai resistivitas awal dimodelkan kemudian dibandingkan dengan data observasi. Perbedaan atau error dihitung dan diminimalkan menggunakan algoritma least-square. Proses ini menghasilkan model

penampang resistivitas dua dimensi yang merepresentasikan distribusi vertikal dan lateral litologi bawah tanah.

Gambar 2 menampilkan skema konfigurasi pengukuran resistivitas bawah permukaan menggunakan alat geoscanner dengan konfigurasi pole-dipole. Dalam konfigurasi ini, satu elektroda arus ditempatkan pada jarak jauh (pole), sementara elektroda lainnya dan elektroda potensial diletakkan berurutan dalam garis lintasan (dipole). Pendekatan ini memungkinkan pengukuran yang lebih sensitif terhadap variasi lateral resistivitas dan sangat sesuai untuk survei di daerah yang memiliki ketebalan lapisan tidak homogen atau kondisi geologi kompleks seperti di Grobogan. Posisi dan jarak antar elektroda diatur secara sistematis untuk menghasilkan data apparent resistivity yang dapat diolah menjadi model resistivitas bawah permukaan.

Alat geoscanner ARES G4 yang digunakan memiliki 48 channel dan dapat secara otomatis memindahkan arus dan pengukuran potensial ke kombinasi elektroda yang berbeda, memungkinkan pengumpulan data dalam jumlah besar dengan efisiensi waktu yang tinggi. Data resistivitas dikumpulkan berdasarkan tegangan dan arus listrik yang diukur pada permukaan tanah, kemudian dihitung untuk mendapatkan nilai resistivitas semu. Gambar ini sangat penting untuk menjelaskan prosedur pengambilan data di lapangan yang menjadi dasar seluruh proses interpretasi geofisika dalam penelitian ini.

Ilustrasi ini juga memberikan gambaran teknis kepada pembaca mengenai bagaimana distribusi elektroda di lapangan dilakukan, serta bagaimana sistem pengukuran bekerja secara otomatis dan sistematis. Penempatan elektroda, posisi alat, dan pengaturan kabel memberikan visualisasi proses yang mendasari akurasi dan keandalan hasil data resistivitas yang dikumpulkan. Dengan kata lain, Gambar 2 menjelaskan tahap awal penting dalam akuisisi data yang mempengaruhi kualitas model bawah permukaan.

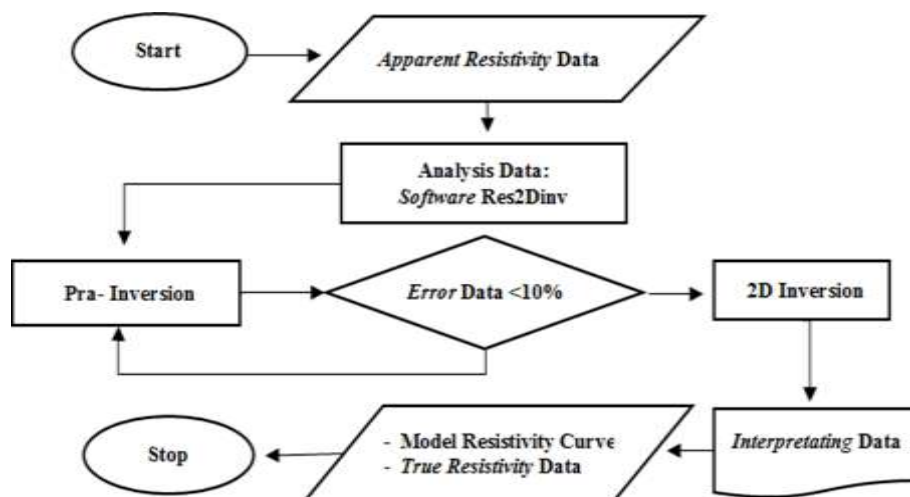


Gambar 2. Ilustrasi pengukuran menggunakan geoscanner

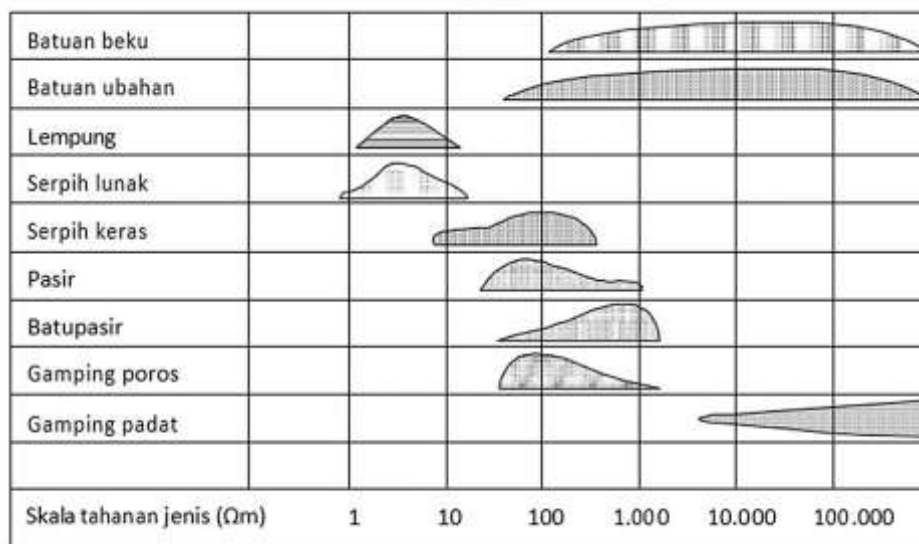
Gambar 3 menggambarkan diagram alur (flowchart) tahapan pengolahan data resistivitas dari hasil survei lapangan hingga menjadi model geologi dua dimensi. Proses dimulai dari input data mentah hasil pengukuran lapangan berupa nilai apparent resistivity. Data ini kemudian melalui tahap eliminasi bad datum points—yaitu data yang memiliki error tinggi atau berada di luar ambang batas kesalahan toleransi. Eliminasi ini penting agar data input ke dalam perangkat lunak tidak menghasilkan distorsi dalam model resistivitas yang dibuat.

Setelah proses penyaringan, data masuk ke tahap inversi numerik menggunakan perangkat lunak Res2Dinv. Inversi merupakan proses matematis yang mengubah data resistivitas semu menjadi model resistivitas sebenarnya (true resistivity) dengan cara meminimalkan perbedaan antara data pengukuran dan model teoritis. Proses ini bersifat iteratif dan menggunakan algoritma least-square untuk mencapai kesesuaian optimum. Hasil dari inversi ini berupa penampang dua dimensi yang menggambarkan variasi vertikal dan lateral nilai resistivitas bawah permukaan.

Diagram alir dalam Gambar 3 sangat penting karena menjelaskan sistematika pengolahan data secara menyeluruh dan berurutan, dari akuisisi hingga interpretasi akhir. Tanpa pemahaman alur ini, proses konversi dari data lapangan ke dalam peta geologi bawah permukaan akan tampak kompleks dan tidak transparan. Oleh karena itu, Gambar 3 menyajikan peta jalan metodologis yang menunjukkan validitas prosedur ilmiah dalam pemrosesan data geofisika resistivitas.



Gambar 3. Diagram alir pengolahan data geoscanner



Gambar 4. Nilai tahanan jenis batuan (Todd, 2005)

Gambar 4 menyajikan tabel atau grafik nilai tahanan jenis (resistivitas) berbagai jenis batuan berdasarkan referensi dari Todd (2005). Nilai resistivitas merupakan indikator utama dalam mengidentifikasi litologi bawah permukaan. Misalnya, nilai resistivitas tinggi (di atas 1000 ohm-m) umumnya dihubungkan dengan batuan padat seperti batugamping, batu pasir kering, atau batuan beku. Sebaliknya, nilai resistivitas rendah (kurang dari 100 ohm-m) cenderung menunjukkan lapisan jenuh air seperti pasir, lanau, atau tanah lempung basah. Nilai-nilai ini menjadi acuan dalam menafsirkan hasil survei resistivitas secara geologi.

Pemahaman terhadap karakteristik resistivitas setiap jenis batuan menjadi dasar utama dalam proses interpretasi model resistivitas 2D yang dihasilkan. Dalam konteks penelitian ini,

nilai resistivitas dari setiap lapisan bawah tanah yang terukur kemudian dicocokkan dengan nilai standar pada Gambar 4 untuk memperkirakan jenis batuan dan keberadaan akuifer. Hal ini sangat krusial karena keberhasilan dalam mengidentifikasi zona airtanah sangat bergantung pada akurasi pemetaan litologi bawah permukaan.

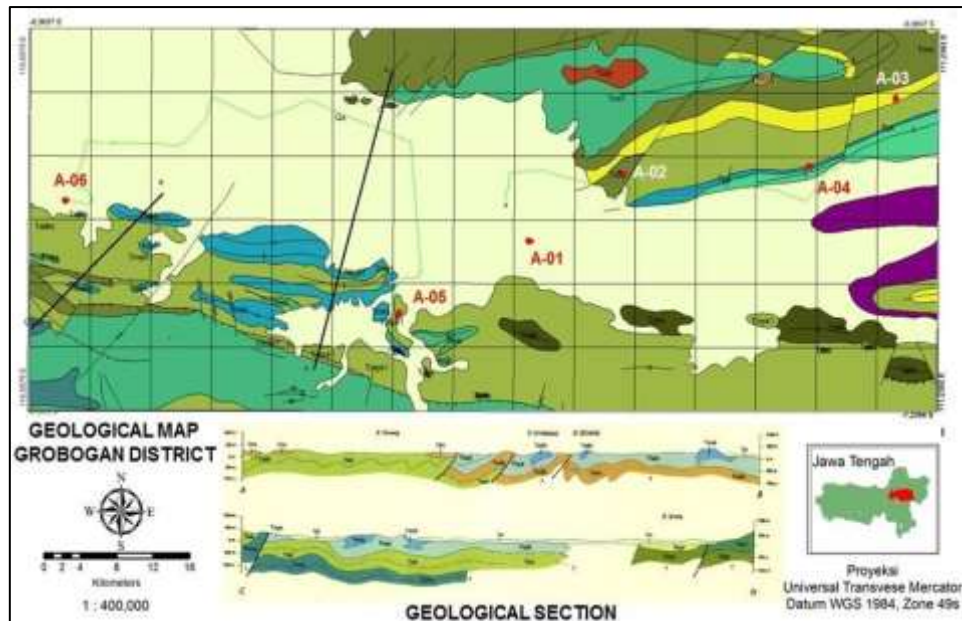
Oleh karena itu, Gambar 4 bukan hanya pelengkap visual, melainkan bagian integral dalam analisis ilmiah. Ia berfungsi sebagai alat validasi interpretatif dan referensi komparatif untuk memastikan bahwa setiap nilai resistivitas yang diperoleh dari model inversi dapat diterjemahkan secara geologis dengan akurat. Dengan demikian, hubungan antara data numerik dan informasi geologi menjadi lebih terpadu, dan hasil akhir penelitian dapat digunakan dalam pengambilan keputusan tata kelola airtanah yang berbasis bukti.

Secara metodologis, metode resistivitas geolistrik ini relevan digunakan karena memberikan gambaran spasial akuifer yang lebih akurat dibanding metode observasional tradisional. Dengan teknologi inversi numerik dan akurasi posisi menggunakan GPS diferensial, pemetaan akuifer menjadi lebih terarah untuk mendukung pengambilan kebijakan pemanfaatan airtanah berkelanjutan. Model resistivitas ini juga sangat penting sebagai *input layer* untuk sistem informasi geografis (GIS) dalam penyusunan zonasi airtanah. Pendekatan terpadu antara survei geofisika, perangkat lunak interpretatif, dan pertimbangan spasial kebijakan menjadikan penelitian ini memiliki kontribusi strategis dalam mitigasi krisis air dan pengelolaan sumber daya hidrogeologi lokal.

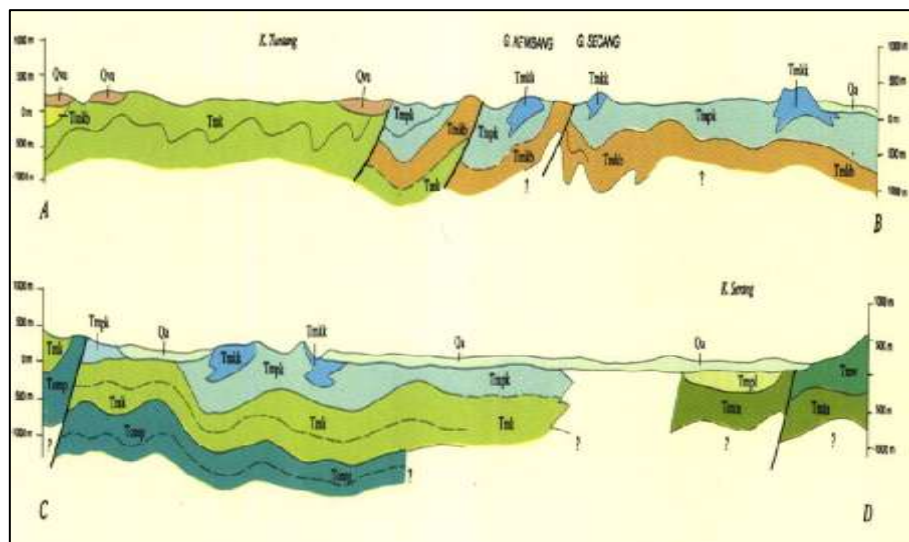
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geologi

Secara stratigrafi, daerah penelitian terbagi menjadi dua cekungan pengendapan, yaitu Cekungan Rembang yang membentuk Pegunungan Kapur Utara, dan Cekungan Kendeng yang membentuk Pegunungan Kendeng. Secara regional, di daerah penelitian banyak terdapat struktur geologi antara lain antiklin, sinklin dan juga patahan naik serta patahan turun. Peta geologi Kabupaten Grobogan didapatkan dari peta geologi Lembar Salatiga dan Lembar Ngawi skala 1 : 100.000 (Direktorat Geologi 1988).



Gambar 5. Peta Geologi Grobogan



Gambar 6. Potongan melintang Peta Geologi Grobogan

Titik-titik pengamatan terdapat di atas formasi Qa (A-01 dan A-06), Tps (A-04), Tmpl (A-03), Tmpk (A-05), dan Tmw (A-02). Uraian formasi dan urutan stratigrafi dari formasi tersebut adalah sebagai berikut:

Qa : Formasi aluvial, berumur Holosen yang terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lempung, lumpur dan sisa tumbuhan, merupakan hasil endapan sungai dan endapan banjir dari sungai-sungai yang ada, berwarna abu-abu kekuningan, keruh agak kehitaman, mudah lepas dan tergolong buruk. Endapan ini menempati daerah dataran, setempat berawa-rawa yang sebagian besar dijadikan lahan pertanian dan perkebunan.

Tps : Formasi Selorejo, berumur Pliosen, adalah formasi batu gamping.

Tmpl : Formasi Ledok, berumur Miosen Atas, terdiri atas selang seling kalkarenit batupasir dan napal.

Tmpk : Formasi Kalibeng, berumur Miosen, terdiri atas napal pejal di bagian atas dan di bagian bawahnya adalah batu gamping.

Tmw : Formasi Wonocolo, berumur Miosen, terdiri atas napal bersisipan batu pasir gampingan di bagian atas dan batugamping pelat di bagian bawah.

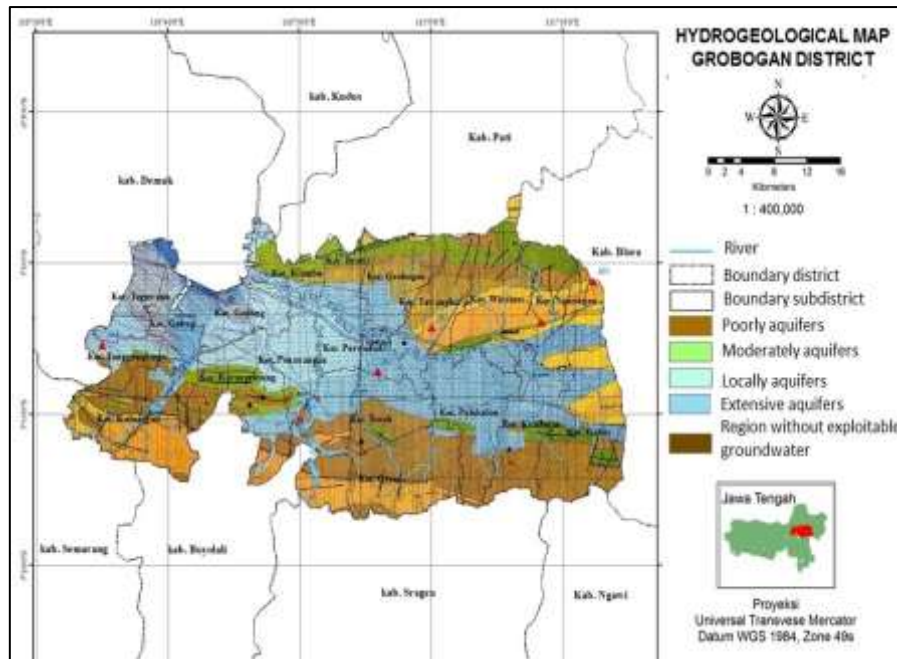
Kondisi Hidrogeologi

Peta hidrogeologi Kabupaten Grobogan ditunjukkan pada Gambar 7. Kondisi hidrogeologi daerah penelitian sangat terkontrol oleh sebaran litologi, topografi dan struktur geologi yang ada di daerah tersebut. Pembagian wilayah hidrogeologi secara umum tercermin dari kondisi satuan-satuan morfologinya. Kondisi topografi yang khas, dimana daerah Grobogan merupakan daerah perbukitan lipatan dan sebagian daerah berupa dataran yang dapat digunakan sebagai dasar perkiraan, bahwa aliran air bawah tanah akan mengalir dari perbukitan lipatan ke arah utara dan selatan (dataran).

Secara umum, pembagian zonasi hidrogeologi mengikuti pembagian wilayah morfologi dimana sifat-sifat akuifer didasarkan pada sifat fisik litologi dan kondisi struktur geologi. Berdasarkan peta hidrogeologi regional, wilayah air bawah tanah di daerah Grobogan dapat dibagi menjadi tiga kelompok besar, yaitu:

- Wilayah air bawah tanah dengan aliran melalui ruang antar butir menempati satuan litologi aluvial dengan produktivitas akuifer sedang hingga tinggi.
- Wilayah air tanah dengan aliran celahan, rekahan dan saluran menempati satuan litologi batu gamping dengan produktivitas rendah hingga sedang.
- Wilayah air tanah berproduksi kecil dan daerah air tanah langka (*aquiclude*) dengan aliran celahan dan ruang antar butir menempati satuan litologi lempung dan batu pasir – gampingan.

Setiap satuan wilayah air bawah tanah tersebut, tersusun atas sistem air bawah tanah bebas (akuifer bebas) dan sistem air bawah tanah tertekan (akuifer tertekan). Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa sistem akuifer bebas tersebar pada hampir seluruh wilayah Kabupaten Grobogan yang ditunjukkan dengan banyaknya pengambilan air bawah tanah dengan sistem sumur gali dan muka air bawah tanah yang dangkal.



Gambar 7. Peta Hidrogeologi Kabupaten Grobogan (Direktorat Geologi 1988)

Investigasi Air Tanah

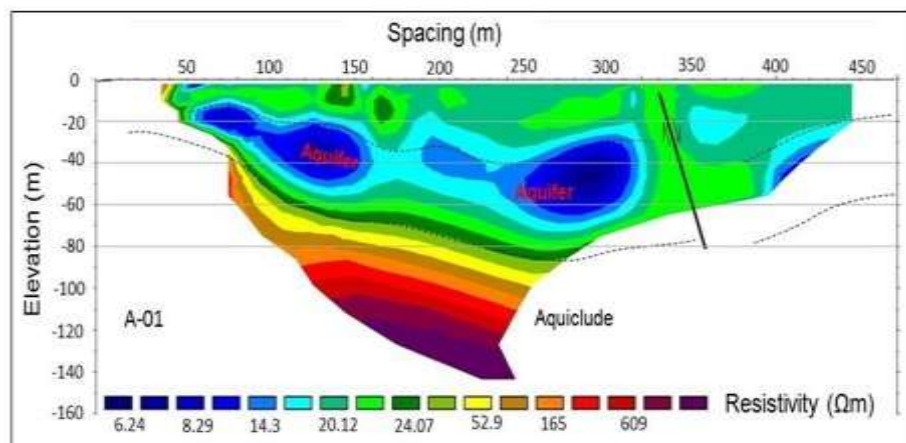
Pengukuran geoscanner di daerah penelitian dilakukan sebanyak 6 titik di Kabupaten Grobogan. Hasil pengukuran geoscanner diinterpretasikan dalam bentuk kurva model resistivitas melalui pengolahan *software Res2dinV*. Kurva model resistivitas memberikan gambaran bahwa secara umum daerah penelitian tersusun oleh endapan alluvial, batulempung, napal, batupasir gampingan dan batugamping dengan nilai tahanan jenis berkisar antara 0.11 sampai 360 ohm meter. Nilai-nilai tahanan jenis tersebut kemudian diinterpretasikan dalam bentuk jenis tatanan litologi. Dalam interpretasi jenis batuan di daerah penelitian, tabel nilai tahanan jenis digunakan sebagai acuan pendugaan jenis lapisan penyusun dan batuan penyusun. Pembagian interval nilai tahanan jenis di daerah penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembagian interval nilai tahanan jenis

Nilai Tahanan Jenis (Ωm)	Jenis Batuan
0.07 - 8.90	lempung
1.55 - 15.2	lempung pasiran
0.32 - 14.0	napal
1.62 - 10.5	napal pasiran
6 - 9	pasir lempungan
9.3 - 39	pasir
7.6 - 54	pasir gampingan
6.25 - 182	gamping pasiran
46.8 - 725	batugamping

Titik pengukuran A01 berada di Desa Ngraji Kecamatan Purwodadi yang secara astronomis terletak pada koordinat $7^{\circ}7'9.94''\text{LS}$ dan $110^{\circ}55'57.33\text{BT}$. Berdasarkan peta hidrogeologi, daerah ini berada di atas formasi alluvium (Qa) dan merupakan daerah dengan potensi air tanah bebas kecil dan potensi air tanah tertekan kecil. Potensi air tanah kecil maksudnya adalah daerah tersebut memiliki akuifer yang bersifat lokal, suatu saat akuifer tersebut jika digunakan terus-menerus akan habis.

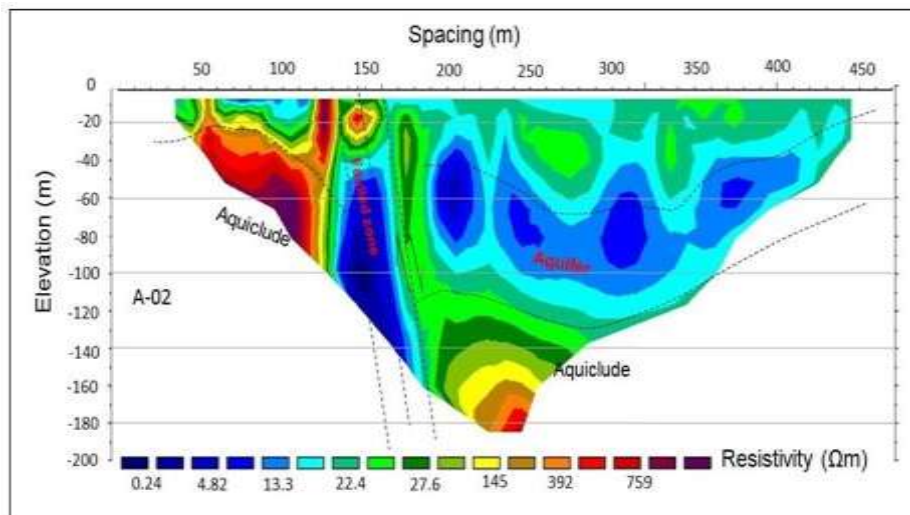
Hasil interpretasi data hasil pengukuran disajikan pada Gambar 8. Nilai resistivitas berkisar antara $0.006 - 609 \Omega\text{m}$. Berdasarkan gambar dapat diketahui bahwa di daerah titik A01 diduga terdapat lapisan akuifer bebas dan tertekan yang ditunjukkan dengan warna biru. Akuifer bebas berada pada kedalaman akuifer 40 meter dari permukaan tanah dan memiliki ketebalan 20 m. Lapisan litologi penyusunnya adalah lapisan pasir, lempung, serta lapisan kerikil jenuh air. Akuifer dalam berada pada kedalaman 60 m dari permukaan tanah dengan kedalaman 30 m dan penyusun lapisan tanahnya adalah lempung, pasir, kerikil, batulempung, dan napal. Lapisan batuan pada kedalaman 100 m di bawah permukaan tanah memiliki nilai resistivitas tinggi yaitu lebih dari $45 \Omega\text{m}$. Lapisan ini diduga sebagai lapisan batuan kedap air (akuiklud). Akuiklud adalah suatu lapisan batuan jenuh air yang mengandung air tetapi tidak mampu melepaskannya dalam jumlah berarti, misalnya lempung.



Gambar 8. Model resistivitas titik A01

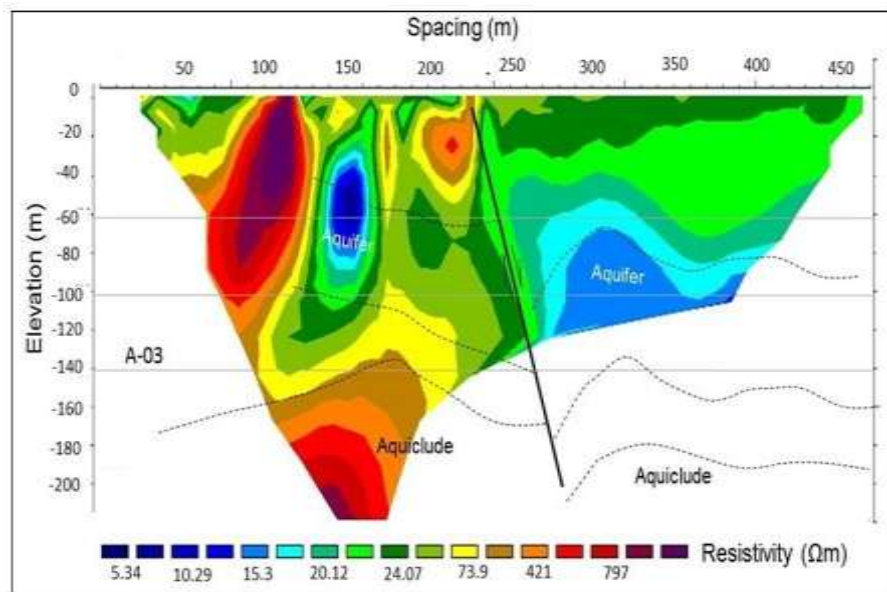
Titik pengukuran A02 berada di Desa Pojok Kecamatan Tawangharjo yang terletak pada koordinat $7^{\circ}4'15.95''\text{LS}$ dan $111^{\circ}0'3.72\text{BT}$. Daerah ini termasuk dalam formasi wonocolo dan merupakan daerah dengan potensi air tanah sedang. Potensi air tanah sedang di titik A02 dipengaruhi luasan akuifer ditempat tersebut yang cukup besar. Akuifer tersebut juga merupakan akuifer lokal namun jika melihat luasan akuifer yang cukup besar maka diperkirakan akuifer ini cukup potensial untuk di eksploitasi (Gambar 9).

Hasil interpretasi data hasil pengukuran disajikan pada Gambar 9. Nilai resistivitas berkisar antara 0.036 – 759 Ω m. Berdasarkan gambar dapat diketahui bahwa di daerah titik A02 diduga terdapat lapisan akuifer. Akuifer bebas terletak pada kedalaman 50 m dari permukaan tanah dengan ketebalan akuifer 20 m. Lapisan litologi penyusunnya adalah lapisan pasir, kerikil, batulempung, dan napal. Sedangkan lapisan akuifer diduga didominasi oleh lempung pasir. Terlihat juga lapisan akuiklud dan *faulted zone* atau zona rekahan pada batuan yang sudah mengalami pergeseran karena gangguan alam seperti gempa bumi.



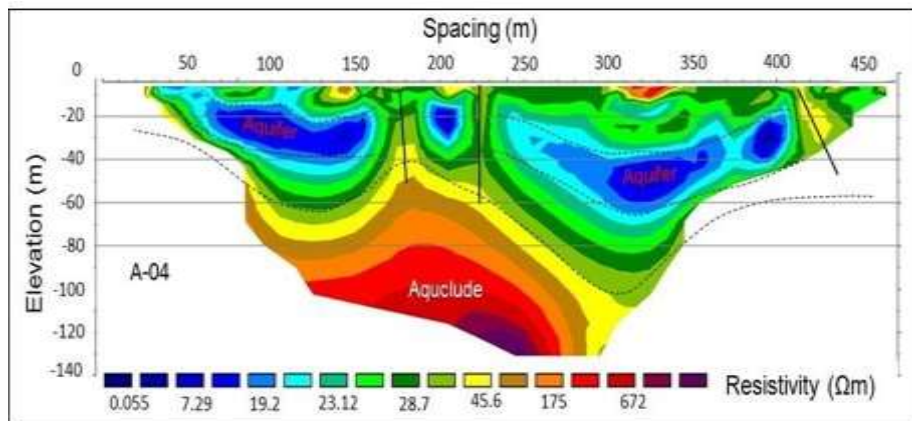
Gambar 9. Model resistivitas titik A02

Titik pengukuran A03 berada di Desa Belor Kecamatan Ngaringan yang terletak pada koordinat 7°1'13.01"LS dan 111°12'19.49BT. Hasil interpretasi data hasil pengukuran disajikan pada Gambar 10. Pada titik A03 diduga terdapat akuifer tertekan dengan dua jenis lapisan batuan atau tanah yang berbeda. Akuifer tertekan pertama berada pada kedalaman 60 m dan ketebalannya 20 m dengan konfigurasi warna hijau gelap. Lapisan litologi penyusun akuifer tersebut adalah lapisan pasir gampingan. Akuifer tertekan kedua terletak pada kedalaman 60 m dan ketebalannya 40 m dengan konfigurasi warna biru langit. Lapisan litologi penyusun akuifer tersebut adalah lempung pasir. Hasil pengukuran di titik A03 juga terdapat akuiklud pada kedalaman lebih dari 100 m dari permukaan tanah. Potensi air tanah di desa Belor merupakan kelas sedang. Potensi air tanah dengan dugaan tanah lempung pasir merupakan akuifer dengan aliran melalui celahan, rekahan dan saluran pelarutan. Di zona ini mata air Karst banyak dijumpai, sehingga bisa dikatakan akuifer tidak akan habis air tanahnya karena adanya *recharge area*.



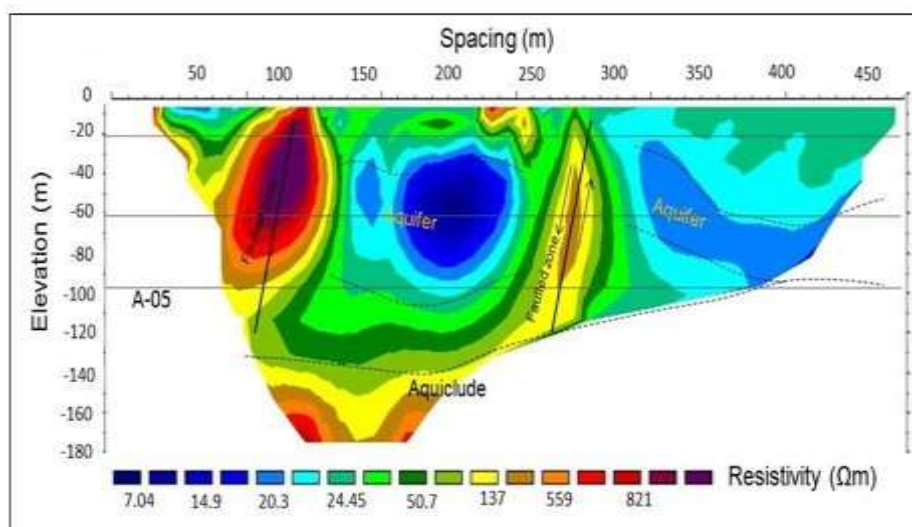
Gambar 10. Model resistivitas titik A03

Titik pengukuran A04 berada di Desa Pendem Kecamatan Ngaringan yang terletak pada koordinat $7^{\circ}3'57.39''\text{LS}$ dan $111^{\circ}8'26.14''\text{BT}$. Hasil interpretasi data hasil pengukuran disajikan pada Gambar 11. Pada titik A04 diduga terdapat akuifer bebas dan akuifer tertekan. Akuifer bebas berada pada kedalaman 20 - 40 m dari permukaan tanah dan ketebalannya 20 m. Lapisan litologi penyusunnya adalah lapisan pasir, lempung, serta lapisan kerikil jenuh air. Akuifer tertekan terletak pada kedalaman 60 m dengan ketebalan 25 m dan lapisan penyusunnya adalah lempung, pasir, kerikil, batulempung, dan napal. Kedua akuifer tersebut lapisan tanah ataupun batumannya lebih didominasi lempung pasir dengan konfigurasi warna biru agak pekat. Lapisan akuiklud terletak pada kedalaman 100 m yang didominasi oleh lapisan batuan gamping. Potensi air tanah di desa Pendem termasuk kelas kecil. Potensi air tanah kelas kecil di desa Pojok karena termasuk dalam formasi selorejo atau formasi batugamping. Dengan demikian keberadaan air bawah tanah tidak berbentuk air yang tersimpan di dalam akuifer tetapi tersimpan di rongga-rongga batugamping.

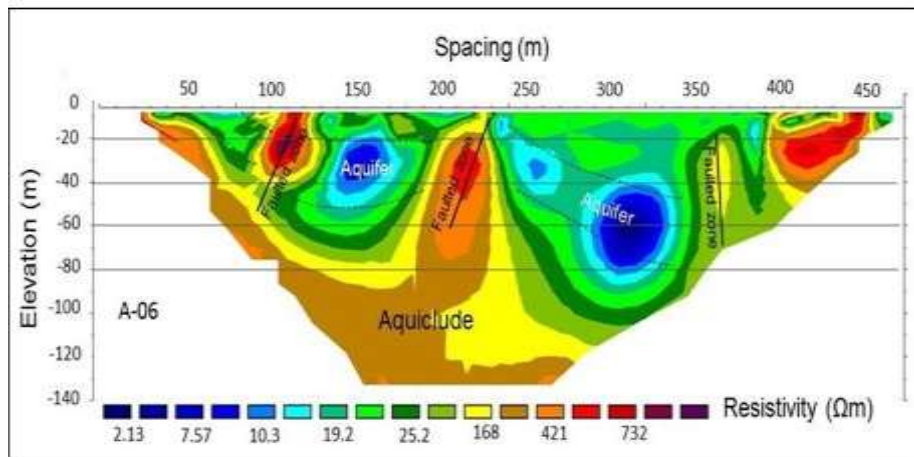


Gambar 11. Model resistivitas titik A04

Titik pengukuran A05 berada di Desa Lajer Kecamatan Penawangan yang terletak pada koordinat $7^{\circ}10'15.53''\text{LS}$ dan $110^{\circ}50'0.71''\text{BT}$. Hasil interpretasi data hasil pengukuran disajikan pada Gambar 12 Pada daerah ini diduga terdapat dua lapisan akuifer bebas yang bersifat lokal dengan konfigurasi warna biru langit. Akuifer bebas pertama berada pada kedalaman 30 m dari permukaan tanah dengan ketebalan 40 meter dan lapisan penyusunnya adalah pasir lempungan. Akuifer bebas kedua terletak pada kedalaman 20 meter dengan ketebalan 40 meter dugaan lapisan tanahnya dominasi oleh lempung pasir. Lapisan akuiklud berada pada kedalaman 80 m dengan dugaan lapisan tanahnya berupa batupasir gampingan. Potensi air tanah di Desa Lajer termasuk kelas kecil. Menurut data regional, titik A05 termasuk formasi kalibeng yang terdiri atas napal pejal di bagian atas dan di bagian bawahnya adalah batugamping.



Gambar 12. Model resistivitas titik A05



Gambar 13. Model resistivitas titik A06

Titik pengukuran A06 berada di Desa Brabo Kecamatan Tanggungharjo yang terletak pada koordinat $7^{\circ}5'25.73''\text{LS}$ dan $110^{\circ}35'1.7''\text{BT}$. Potensi air tanah di desa Brabo termasuk kelas kecil. Hasil interpretasi data hasil pengukuran disajikan pada Gambar 13. Terlihat akuifer bebas dan akuifer tertekan pada titik A06. Akuifer bebas berada pada kedalaman 40 m dengan ketebalan 20 m dan tersusun atas lapisan pasir, lempung, serta lapisan kerikil jenuh air. Akuifer tertekan terletak pada kedalaman 60 m dengan ketebalan 40 m dan lapisan penyusunnya berupa lempung, pasir, kerikil, batulempung, dan napal. Terdapat tiga *faulted zone* yang terjadi di titik A06 yang kemungkinan disebabkan terlalu dekatnya titik A06 pada sumber gempa, sehingga mengakibatkan pergeseran batuan didalam tanah.

Berdasarkan peta geologi Kabupaten Grobogan (Gambar 5), daerah penelitian secara stratigrafi terbagi dalam dua cekungan besar, yakni Cekungan Rembang yang membentuk Pegunungan Kapur Utara dan Cekungan Kendeng yang membentuk Pegunungan Kendeng. Keberadaan berbagai struktur geologi seperti antiklin, sinklin, serta patahan naik dan turun berpengaruh signifikan terhadap kondisi hidrogeologi setempat. Zona-zona ini merepresentasikan jalur potensi akuifer yang memungkinkan air mengalir melalui rekahan atau pori antarbutir, tergantung pada karakteristik litologinya. Penampang geologi (Gambar 6) memperlihatkan susunan stratigrafi kompleks, mulai dari formasi aluvial (Qa) hingga formasi-formasi batuan tua seperti Formasi Wonocolo (Tmw), Kalibeng (Tmk), dan Selorejo (Tps), yang masing-masing menunjukkan potensi hidrogeologi yang berbeda berdasarkan kemampuan litologi dalam menyimpan dan mengalirkan air (Todd, 2005).

Peta hidrogeologi (Gambar 7) menunjukkan bahwa sistem akuifer di Kabupaten Grobogan terbagi menjadi tiga kelompok besar berdasarkan cara aliran airnya: (a) aliran melalui ruang antarbutir pada litologi aluvial yang berproduktivitas sedang hingga tinggi, (b)

aliran melalui rekahan atau celahan pada batuan gamping yang cenderung berproduktivitas rendah hingga sedang, dan (c) wilayah air tanah terbatas atau aquiclude, yang biasanya terdiri atas lempung dan batu pasir gampingan. Data resistivitas yang diperoleh dari enam titik pengukuran (A-01 hingga A-06) dikonversi ke dalam model 2D menggunakan software Res2Dinv. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat zona akuifer bebas pada kedalaman 20–50 meter dan akuifer tertekan pada kedalaman 40–110 meter. Ketebalan masing-masing akuifer berkisar antara 20–40 meter, tergantung pada kondisi litologi lokal seperti lempung pasiran, pasir gampingan, dan batugamping yang berfungsi sebagai medium akuifer maupun akuiklud (Suryadi et al., 2021).

Dengan mempertimbangkan faktor geologi, resistivitas, serta topografi dan litologi daerah, dapat disimpulkan bahwa karakter airtanah di Kabupaten Grobogan menunjukkan variasi signifikan. Potensi airtanah tertinggi ditemukan pada titik-titik yang berada di atas formasi aluvial dan wonocolo dengan litologi pasir dan kerikil, yang memiliki porositas cukup tinggi untuk menyimpan air. Sementara itu, daerah dengan litologi dominan napal dan batugamping menunjukkan potensi yang lebih rendah, mengingat karakteristik kedap airnya. Namun, zona rekahan pada formasi-formasi ini dapat tetap menyimpan air dalam jumlah terbatas. Hasil ini memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan dalam perencanaan tata guna lahan dan pengelolaan sumber daya air di Grobogan, khususnya dalam mitigasi risiko kekeringan dan pengembangan sistem distribusi air berbasis potensi lokal (Zhou et al., 2020; Gundogdu & Guney, 2012).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil investigasi airtanah dengan metode geoscanner resistivitas di Kabupaten Grobogan, dapat disimpulkan bahwa kondisi geologi daerah penelitian didominasi oleh keberagaman litologi, meliputi endapan aluvial, batulempung, napal, batupasir gampingan, dan batugamping. Formasi-formasi ini membentuk struktur geologi yang kompleks dan memengaruhi distribusi serta karakteristik akuifer di wilayah tersebut. Keberadaan dua cekungan pengendapan utama, yakni Cekungan Rembang dan Cekungan Kendeng, semakin memperkuat bukti bahwa struktur geologi berperan penting dalam pembentukan sistem airtanah lokal.

Penelitian ini juga menemukan bahwa lapisan akuifer di Kabupaten Grobogan dapat diklasifikasikan ke dalam lima sistem berdasarkan produktivitas dan sebarannya: akuifer dengan produktivitas kecil, produktivitas sedang, akuifer setempat, akuifer dengan sebaran luas, serta wilayah yang tidak memiliki akuifer (aquiclude). Variasi ini disebabkan oleh kondisi

litologi dan struktur geologi setempat, seperti rekahan batuan, perlipatan, dan sesar. Peta hidrogeologi menunjukkan bahwa perbedaan morfologi dan topografi memengaruhi pola aliran airtanah dari wilayah perbukitan ke dataran, yang merupakan area pemanfaatan utama sumber air bawah tanah.

Dari enam titik pengukuran yang dilakukan, ditemukan keberadaan dua jenis akuifer utama: akuifer bebas (unconfined aquifer) dan akuifer tertekan (confined aquifer). Akuifer bebas umumnya ditemukan pada kedalaman 20–50 meter dari permukaan tanah dan memiliki ketebalan sekitar 20 meter. Sementara itu, akuifer tertekan terletak pada kedalaman 40–110 meter dengan ketebalan berkisar antara 25–40 meter. Berdasarkan nilai resistivitas yang diukur, klasifikasi produktivitas airtanah di keenam lokasi tergolong dalam kategori kecil hingga sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa meskipun potensi airtanah di Grobogan belum optimal, informasi geospasial yang diperoleh dapat menjadi dasar penting untuk pengelolaan sumber daya air bawah tanah secara berkelanjutan dan berbasis bukti ilmiah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, N., & Nugroho, R. (2021). Pemetaan Potensi Airtanah Menggunakan Metode Geolistrik di Wilayah Semi-Arid. *Jurnal Geoteknik Indonesia*, 18(2), 103–110.
- Direktorat Geologi. (1988). *Peta Hidrogeologi Lembar Semarang, skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Direktorat Geologi. (1992). *Peta Geologi Lembar Ngawi 1508-4*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Direktorat Geologi. (1992). *Peta Geologi Lembar Salatiga 1408-6*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Fetter, C. W. (1994). *Applied Hydrogeology*. Merrill Publishing Company, Ohio.
- Gundogdu, K. S., & Guney, Y. (2012). Application of electrical resistivity imaging for groundwater exploration in volcanic terrain. *Journal of Applied Geophysics*, 81, 1–8.
- Haryono, E., et al. (2021). Studi Karakteristik Airtanah Daerah Karst Gunungkidul Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal Geosain*, 13(2), 101–112.
- Hermawan, Y., & Prasetyo, A. (2019). Analisis Zonasi Potensi Air Tanah Menggunakan Metode Resistivitas. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 5(3), 207–215.
- Kodoatie, R. J. (2010). *Pengantar Hidrogeologi*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kusnadi, D., & Suryani, T. (2020). Penerapan Teknologi Geoscanner dalam Identifikasi Sistem Akuifer. *Jurnal Teknologi Mineral*, 8(1), 89–97.

- Loke, M. H., & Dahlin, T. (2002). A comparison of the Gauss-Newton and quasi-Newton methods in resistivity imaging inversion. *Journal of Applied Geophysics*, 49(1), 149–162.
- Lubis, R. F., & Muchsin, I. (2022). Pemetaan Sumber Daya Air Bawah Permukaan Menggunakan Pendekatan Geofisika. *Jurnal Hidrogeologi Nasional*, 4(2), 122–131.
- Nasruddin, M., Sutopo, A., & Diah, A. S. (2019). Aplikasi Metode Resistivitas untuk Pemetaan Airtanah di Daerah Perdesaan. *Jurnal Geoteknologi*, 16(1), 35–46.
- Nurrahman, R., & Hartanto, D. (2018). Studi Geolistrik Resistivitas Dua Dimensi untuk Deteksi Airtanah Dangkal. *Geoscience Journal*, 6(2), 114–121.
- Prabowo, H., & Susanto, E. (2021). Korelasi Nilai Resistivitas dengan Kedalaman Airtanah di Daerah Dataran Rendah. *Jurnal Lingkungan Tropis*, 19(3), 211–218.
- Rahayu, E. S., & Irianto, H. (2013). Kajian Keragaan Pasar dan Daya Saing Komoditas Tembakau sebagai Dampak Perubahan Iklim di Kabupaten Grobogan. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (SEPA)*, 9(2), 209–218.
- Suryadi, A., Wirawan, R. A., & Lestari, M. (2021). Integrasi Data Geolistrik dan GIS untuk Zonasi Potensi Airtanah di Wilayah Kekeringan. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 12(3), 210–222.
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Widodo, S., & Handoko, R. (2020). Evaluasi Potensi Air Tanah Menggunakan Interpretasi Data Geolistrik. *Jurnal Sumberdaya Alam*, 14(1), 33–41.
- Zhou, H., Li, Y., & Chen, X. (2020). Identification of Aquifer Zones Using Electrical Resistivity Tomography. *Hydrogeology Journal*, 28(4), 1234–1247.