

Application of Integrated Geophysics for Research on Groundwater Potential of Sandstone Aquifers in Alasombo, Indonesia

Fivry Wellda Maulana^{1*}, Arie Noor Rakhman²

Department of Geological Engineering, Institut Sains & Teknologi AKPRIND

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine the potential of groundwater in Alasombo, Weru District, Sukoharjo Regency, Indonesia. The investigation has been carried out using geophysical methods that are integrated with surface geological data to obtain an interpretation of the hydrogeological control of the aquifer. The lithology of the aquifer is dominated by sandstone which controls its role as 2 types of aquifers, namely unconfined aquifers or free aquifers and semi-confined aquifers or semi-free aquifers. The geoelectrical section shows that the groundwater-carrying layer that functions as an aquifer is the sandstone layer in the second layer and sandstone in the base layer. As an artesian aquifer or a confined aquifer, sandstone aquifers have a water volume between 31.5 to 260 m³/day, in a northwest-southeast direction. In terms of the quality of the conductivity value of water in the field, below 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$ is freshwater type groundwater that can be recommended as a source of clean water.

Keywords: geoelectricity, geology, sandstone aquifer, and groundwater potential

Corresponding Author: fivry@akprind.ac.id

Aplikasi Geofisika Terpadu Untuk Penelitian Potensi Air Tanah Aquifer Batu Pasir di Alasombo, Indonesia

Fivry Wellda Maulana^{1*}, Arie Noor Rakhman²

Jurusan Teknik Geologi, Institut Sains & Teknologi AKPRIND

ABSTRAK: Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui potensi airtanah di Alasombo, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo, Indonesia. Penyelidikan telah dilakukan dengan metode geofisika yang terintegrasi data geologi permukaan untuk memperoleh interpretasi kontrol kondisi hidrogeologi terhadap akuifer. Litologi penyusun akifer didominasi batupasir yang mengontrol perannya sebagai 2 jenis akifer yaitu akuifer tak tertekan atau akuifer bebas dan akuifer setengah tertekan atau akuifer setengah bebas. Penampang geolistrik menunjukkan lapisan pembawa airtanah yang berfungsi sebagai akuifer adalah lapisan batupasir pada lapisan kedua dan batupasir pada lapisan alas. Sebagai akuifer artesis atau akuifer tertekan, akuifer batupasir mempunyai volume air antara 31,5 hingga 260 m³/hari, searah barat laut – tenggara. Secara kualitas nilai konduktivitas air di lapangan, di bawah 1500 $\mu\text{s/cm}$ merupakan air tanah jenis air tawar yang dapat direkomendasikan sebagai sumber air bersih.

Kata Kunci: geolistrik, geologi, akifer batupasir, dan potensi airtanah

Submitted: 11 january; Revised: 22 january; Accepted: 26 january

Corresponding Author: fivry@akprind.ac.id

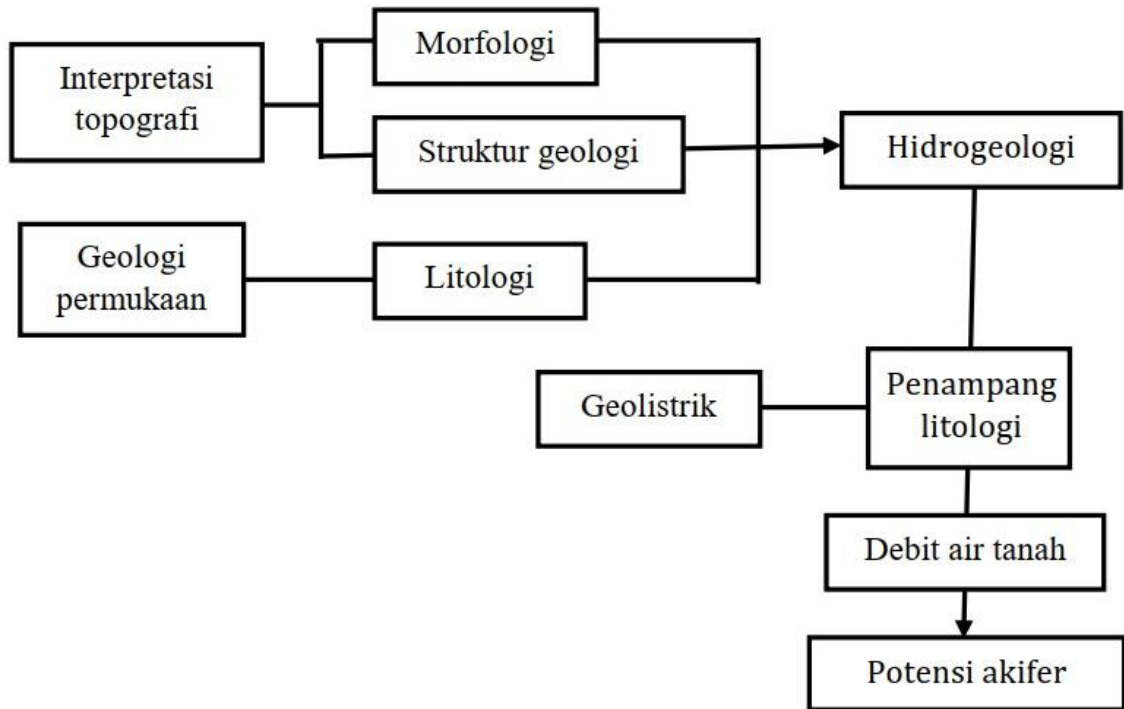
PENDAHULUAN

Air bawah tanah merupakan salah satu unsur sumberdaya alam (natural resources) yang sangat penting keberadaannya untuk keperluan makhluk hidup (manusia, hewan dan tumbuh – tumbuhan) yang ada di dunia ini. Peran airtanah semakin lama semakin penting dan strategis karena menyangkut keperluan pokok hajat hidup orang banyak untuk menunjang berbagai aktivitas kehidupannya. Air bawah tanah pada dasarnya adalah suatu sumberdaya alami yang bersifat bisa diperbaharui (renewable). Akan tetapi sifat tersebut dengan persyaratan bahwa keseimbangan alaminya tidak terganggu, yaitu keseimbangan antara “water recharge” dengan “water discharge”. Apabila keseimbangannya terganggu maka sifat bisa diperbaharuinya akan hilang. Sedangkan untuk mengembalikan pada keadaan semula diperlukan teknologi yang tinggi, biaya besar dan waktu yang lama. Maka pengelolaan yang baik dan benar airtanah tersebut sangat perlu dilakukan sedini mungkin. Keberadaan air bawah tanah tersebut harus kita ketahui dengan pendekatan ilmiah, terutama keberadaan airtanah yang potensial yang berada pada lapisan batuan yang dapat menyimpan airtanah dan mengalirkannya atau sering disebut bahwa lapisan batuan yang mempunyai sifat demikian disebut sebagai lapisan akuifer. (Freeze & Cherry vide Chikodzi, 2018).

Daerah propinsi Jawa Tengah khususnya di Kabupaten Sukoharjo Kecamatan Weru (Desa Alasombo) pada musim kemarau mengalami kekeringan. Oleh karena itu perlu adanya tindakan antisipasi untuk tetap memenuhi kebutuhan air bersih secara permanen. Salah satu sumber air baku untuk keperluan tersebut adalah diperlukanya air tanah dalam atau akuifer dalam yang ada di wilayah tersebut. Kondisi akuifer di kabupaten Sukoharjo Kecamatan Weru (Desa Alasombo), merupakan bagian dari kondisi aquifer airtanah tertekan maupun airtanah bebas. Dilihat dari regional formasi pembawa dari daerah ini merupakan Formasi Wonosari yang bagian anggotanya merupakan batu pasir (Suroño, et al.,1992).

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini diharapkan dapat memperoleh gambaran geologi bawah permukaan, terutama susunan litologi dalam kaitannya dengan fungsi batuan yang bersangkutan sebagai akuifer dari airtanah, sehingga dapat mengetahui data kondisi hidrogeologinya (gambar 1). Untuk melihat kondisi geologi hidrogeologinya diperlukan pendugaan bawah permukaan hal ini dapat dilakukan dengan pendekatan metode geolistrik (Oni et al., 2019; Nair et al., 2019). Hasil dari pengukuran geolistrik ini diharapkan dapat menginterpretasikan kondisi bawah permukaan litologi batupasir daerah telitian sehingga dapat menghitung potensi akuifernya (Issar & Levanon, 2010).



Gambar 1. Kerangka konseptual

METODOLOGI

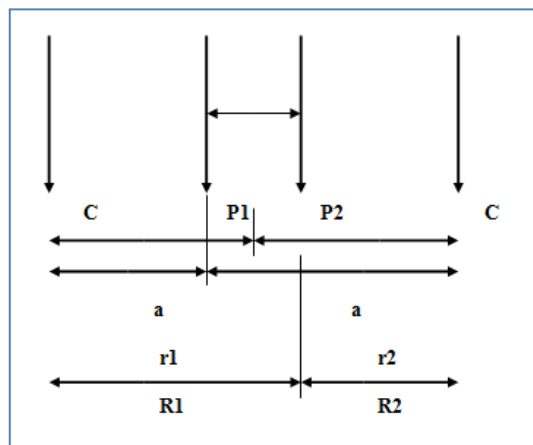
Penelitian ini termasuk dalam penelitian kualitatif dengan menggunakan metode survei cepat terintegrasi. Secara garis besar, penelitian ini dibagi menjadi tiga tahap penelitian, yaitu tahap pra, pekerjaan, dan pasca lapangan. Pada tahap pra lapangan, kegiatan yang dilakukan adalah studi pustaka, penyiapan bahan dan alat penelitian, pengumpulan data sekunder, interpretasi kondisi geologi daerah telitian. Tahap pekerjaan melakukan pengamatan singkapan batuan dilapangan untuk mendapatkan data geologi maupun data hidrogeologi daerah telitian, selanjutnya melakukan pengukuran geolistrik untuk mendapatkan kondisi bawah permukaan sedangkan tahap pasca dilapangan penentuan sebaran kondisi litologi membuat penampang bawah permukaan dan mengelola hasil pengukuran geolistrik.

Pengamatan geologi yang digambarkan sebagai peta geologi, dalam hal ini data diperoleh dengan menelusuri dan mencari singkapan batuan di seluruh daerah penelitian (hunting outcrops). Setiap litologi yang ditemukan dideskripsi dan diplotkan pada peta lapangan dan peta pangkalan (Base Map) yang telah dipersiapkan terlebih dulu. Deskripsi fisik litologi sebagaimana mestinya dalam deskripsi baik batuan beku, batuan sedimen dan batuan metamorf di lapangan menyangkut tekstur, struktur dan komposisi mineral

Pengukuran Geofisika berupa nilai tahanan jenis pada prinsipnya sama dengan metode geolistrik yang lain seperti potensial diri, polarisasi terimbas, VLF dan lain sebagainya yaitu menyelidiki kondisi bawah permukaan dengan mempelajari sifat aliran listrik pada batuan di bawah permukaan. Dengan pertimbangan bahwa daya hantar listrik suatu batuan beserta kandungan fluida di dalamnya mencerminkan kondisi dan sifat batuan yang bersangkutan. Konfigurasi Schlumberger mempunyai kelebihan dalam hal resolusi ke arah vertikal lebih akurat, sedangkan konfigurasi Wernner sangat sensitif terhadap

perubahan secara lateral (Helaly, 2017; Mogaji & Lim, 2019)., sehingga konfigurasi Wernner sangat baik untuk pendugaan pada daerah - daerah yang litologinya banyak mempunyai struktur lensa - lensa, ataupun pada wilayah - wilayah yang merupakan jalur strutur sesar. mengingat bahwa daerah penelitian pada umumnya ditempati oleh batuan - batuan sedimen volkanik yang berumur kuarter dan sangat mungkin di bawah sedimen - sedimen tersebut ditempati oleh batuan - batuan sedimen tersier, maka dalam pelaksanaan pendugaan geolistrik di lapangan digunakan konfigurasi schlumberger, dalam konfigurasi schlumberger sebagaimana dijelaskan dengan gambar (Gambar 2), jarak elektrode diatur sedemikian rupa sehingga $r_1 = r_2 = (a - \frac{1}{2} b)$ dan $r_2 = r_1 = (a + \frac{1}{2} b)$, dimana a adalah jarak titik pusat ke elektrode arus dan b adalah jarak antara kedua elektrode potensial. dalam pelaksanaan di lapangan digunakan sistem sounding untuk mendapatkan gambaran litologi secara vertikal dibawah titik pendugaan. penyebaran secara lateral suatu satuan litologi bisa diperoleh dengan melakukan kesebandingan satu titik sounding pendugaan dengan titik sounding yang lain. dalam hal ini jarak elektrode potensial p1 - p2 dimulai dari $\frac{1}{3}$ jarak elektrode arus c1 - c2. selanjutnya pengukuran pendugaan dilakukan hanya dengan memindahkan elektrode arus sampai suatu jarak dimana hasil pengukuran beda potensial p1 - p2 sudah menunjukkan harga kecil, kemudian p1 - p2 dilebarkan secara bertahap sesuai dengan yang telah ditentukan, sehingga kurva yang diperoleh memenuhi kurva standart yang ada. Berdasarkan data lapangan yang didapat, selanjutnya dilakukan interpretasi untuk mendapatkan gambaran mengenai litologi di bawah permukaan daerah penelitian. Dengan bantuan perangkat lunak resist versi 2,2.

Interpretasi bawah permukaan dilakukan berdasarkan nilai tahanan jenis untuk setiap lapisan batuan yang diperoleh, selanjutnya dilakukan interpretasi litologinya dan kemungkinan kandungan air yang ada dengan mempertimbangkan data geologi dan hidrogeologi yang ada pada wilayah yang bersangkutan. kesebandingan kondisi litologi dilakukan untuk setiap titik duga, sehingga akan dapat diperkirakan arah aliran airtanahnya serta daerah dimana terjadi akumulasi airtanah. Dengan demikian titik yang memungkinkan untuk dapat dilakukan pemboran eksploitasi dapat ditentukan berdasar hasil analisa tersebut



Gambar 2. Konfigurasi geolistrik Schlumberger (Helaly, 2017)

Interpretasi litologi berupa penampang – penampang litologi yang telah diperoleh hasil pengukuran geolistrik, merupakan penampang yang menunjukkan lapisan – lapisan batuan dan nilai resistivitinya. Selanjutnya dengan memperhatikan nilai – nilai resistiviti batuan tersebut dilakukan interpretasi litologinya (Tabel 1). Litologi dan Harga Tahanan jenisnya, juga memperhatikan kondisi geologi daerah penelitian yang diperoleh dari pengamatan geologi di lapangan dan kondisi geologi regional dari studi literatur yang terdahulu.

Tabel 1. Litologi Dan Harga Tahanan Jenisnya
(Telford, 1976 dalam Pauzi et al., 2011)

Litologi / Batuan	Tahanan Jenis (Ohm-meter)
Serpilh terkonsolidasi	20 - 2 X 10 ³
Batupasir	1 - 6,4 X 10 ⁴
Konglomerat	2 x 10 ³ - 10 ⁴
Batugamping	50 - 107
Dolomit	3,5 - 10 ²
Lempung	1 -100
Napal	3 - 70
Aluvial & pasir	4 - 800

Tahapan penentuan ketebalan dan resistiviti lapisan batuan.

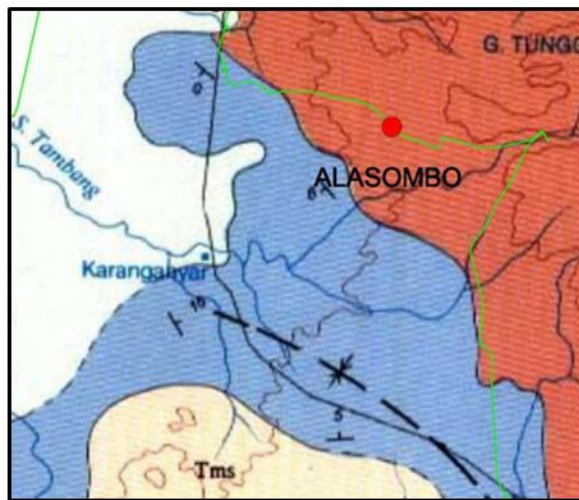
Hasil pengeplotan data lapangan berupa kurva lapangan dalam kertas logaritmis antara nilai resistiviti terukur dengan jarak bentangan elektrode. Kurva ini memeberikan gambaran jumlah lapisan yang akan ditemui. Untuk mendapatkan ketebalan setiap lapisan batuan berikut nilai resistivitinya dilakukan dengan menggunakan bantuan komputer memakai perangkat lunak Resist-2D. Data lapangan yang diperoleh dimasukkan kedalam program, selanjutnya dirunning, maka akan memberikan keluaran berupa grafik dan ketebalan lapisan batumannya beserta nilai resistivitinya. Tahapan pembuatan penampang litologi.

Berdasarkan nilai resistiviti dan ketebalan yang diperoleh pada setiap lapisan batuan pada tahapan pertama, selanjutnya dibandingkan sehingga bisa didapatkan suatu gambaran berupa penampang litologi yang menghubungkan nilai – nilai resistiviti yang sama atau hampir sama pada setiap titik sounding. Agar penampang yang diperoleh bisa mewakili daeran penelitian, maka minimal dibuat dua arah pembuatan penampang yang saling bersilangan arahnya

HASIL PENELITIAN

Geologi Daerah Telitian

Sebagaimana telah diuraikan di muka, bahwa secara administratif daerah penelitian terletak di Desa Alasombo Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo, Propinsi Jawa Tengah. Kondisi geologi daerah penelitian terdiri dari : Batuan – batuan dari Formasi Mandalika (Tomm). Batuan – batuan dari Formasi Wonosari Punung (Tmwl), terdiri dari batugamping, batugamping napalan tufan, batugamping konglomerat, batupasir tufan dan batulanau. Aluvium (Qa), terdiri dari lempung, lumpur, lanau, pasir, kerikil, kerakal dan brangkal (Gambar 3).



Gambar 3. Peta Geologi Regional, Desa Alasombo, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo Propinsi Jawa Tengah (Surono, et, al., 1992).

Geomorfologi

Sebagaimana telah diterangkan di muka, bahwasanya daerah penelitian di Kabupaten Sukoharjo ini terletak di dua kecamatan yang letaknya terpisah dengan jarak yang cukup jauh, walaupun kondisi geomorfologinya relatif hampir sama. Geomorfologi wilayah Kecamatan Weru sebagian, terutama di wilayah bagian utara pada dasarnya adalah morfologi lereng kaki gunung berapi yaitu Gunung Merapi. Daerah yang hampir datar dengan kemiringan umum 2% sampai 5 %, lembah – lembah sungainya cukup dalam dengan stadia sungai umumnya dewasa, sebagian besar wilayahnya ditempati oleh permukiman penduduk dan wilayah persawahan. Di bagian selatan daerah penelitian adalah merupakan bagian dari Fisiografi Pegunungan Selatan bagian timur (*Southern Mountain East*). Morfologi pegunungan yang relatif memanjang dengan arah barat – timur dan ditempati oleh batuan – batuan yang berumur Tersier Tua sampai Tersier Muda.

Stratigrafi dan Litologi

Di daerah Alasombo berdasarkan geologi regional dan pengamatan langsung di lapangan berada pada batuan – batuan dari Formasi Wonosari – Punung yang

terdiri dari: batugamping, batugamping napalan - tufan, batugamping, konglomerat, batupasir tufan dan batulanau

Singkapan breksi vulkanik abu-abu kehijauan fragmen batuan beku (dasit, tuff, lapili tuf), di bawahnya diendapkan batupasir lempungan berwarna coklat kehitaman, pasir kasar, derajat pembundaran menyudut-membundar tanggung, derajat pemilahan baik, kemas terbuka. Singkapan batuan ini dijumpai pada LP 1 (475239; 9140014,152) (Gambar 4A). Singkapan batupasir gampingan berwarna putih, ukuran pasir sedang-pasir kasar, perlapisan, derajat pembundaran membundar-membundar tanggung, derajat pemilahan baik, kemas tertutup. Singkapan batuan ini di jumpai pada LP 2 (475161; 9139598,164) (Gambar 4B). Singkapan napal berwarna putih, perlapisan, sisipan batupasir lempungan berwarna putih kekuningan, perlapisan, ukuran butir pasir halus - lempung, derajat pembundaran cenderung menyudut, derajat pemilahan buruk, kemas terbuka, dimana singkapan batuan ini dijumpai pada LP 3 (475631, 9139355, 184) (Gambar 4C)



Gambar 4. A. Singkapan Breksi Vulkanik, Fragmen Andesit, Dasit, B.Singkapan Batupasir Gampingan, Putih, C. Napal Putih, Sisipan Batupasir Lempungan

Struktur Geologi

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian dan sekitarnya pada dasarnya sangat sulit untuk diamati di lapangan, terutama pada batuan - batuan yang berumur Kuartar, yang umumnya berupa aluvial dan batuan - batuan vulkanik. Struktur geologi berkembang cukup baik bisa teramati adalah pada batuan - batuan yang berumur Tersier. Perlipatan - perlipatan yang tidak kuat mendominasi batuan - batuan Tersier di daerah ini, ditandai dengan bentuk - bentuk antiklin maupun sinklin yang hampir simetri sampai simetri dengan arah relatif barat - timur. Di beberapa tempat lipatan - lipatan ini dipotong oleh beberapa sesar normal atau sesar turun yang berarah relatif hampir utara - selatan. Kekar tarik (*tension fracture*) dan kekar tekan (*shear fracture*) berkembang baik di sekitar zona - zona patahan atau sesar ini

Hidrogeologi Daerah Telitian

Klimatologi, berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Pertanian Kabupaten Sukoharjo dan Direktorat Geologi Tata Lingkungan Bandung, bahwa Wilayah se-eks Karesidenan Surakarta yang paling kecil jumlah curah hujan pertahunnya adalah wilayah Kabupaten Sukoharjo (Djaeni, 1982; Anonim, 1999 dalam Maulana, 2012). Sebagaimana daerah penelitian yang termasuk dalam Kecamatan Weru, curah hujan rata - rata per tahunnya hanyalah berkisar 1500 mm sampai 2000 mm per tahunnya. Jumlah hari hujan sebanyak 120 hari dalam

satu tahun. Sebagaimana dengan wilayah yang lainnya bahwasanya bulan Januari merupakan bulan dalam satu tahun yang terbanyak hari hujan nya. Sedangkan bulan - bulan tanpa hari hujan yaitu bulan Juni sampai bulan Oktober.

Status Daerah Imbuhan dan Daerah Luahan, berdasarkan kondisi dan posisi topografi serta keberadaan mata air di daerah penelitian yang termasuk dalam wilayah Kabupaten Sukoharjo, ditinjau dari status sistem hidrogeologinya, daerah penelitian yang termasuk dalam daerah yang ditempati oleh batuan - batuan vulkanik Kuarter termasuk dalam Sistem Hidrogeologi Merapi. Status daerahnya merupakan daerah luahan (*discharge area*), dengan wilayah yang merupakan daerah pengisian adalah lereng Timur Gunung Merapi dengan ketinggian di atas 1000 meter dari permukaan air laut. Sedangkan daerah penelitian yang termasuk Zona Pegunungan Selatan, ditinjau dari sisi geologi dan topografi termasuk dalam wilayah tangkapan air hujan (*cathment area*) yang mensuplai sistem aliran permukaan daerah sekitarnya maupun daerah-daerah dengan topografi lebih rendah.

Airtanah dan Sistem Akuifer, berdasarkan berbagai publikasi terdahulu, peta hidrogeologi regional maupun pengamatan lapangan, sistem akuifer yang berkembang di daerah - daerah penelitian umumnya yang berfungsi sebagai akuifer adalah batuan - batuan vulkanik maupun endapan aluvial yang berumur Kuarter (Djaeni, 1982; Anonim, 1999 dalam Maulana, 2012). Jenis akuifer yang berkembang dan dimungkinkan untuk dieksploitasi air tanahnya adalah akuifer tak tertekan atau akuifer bebas dan akuifer setengah tertekan atau akuifer setengah bebas (Freeze & Cherry vide Chikodzi, 2018) (Gambar 5).



Gambar 5. Peta Hidrogeologi Daerah Alasombo, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah (Djaeni, 1982).

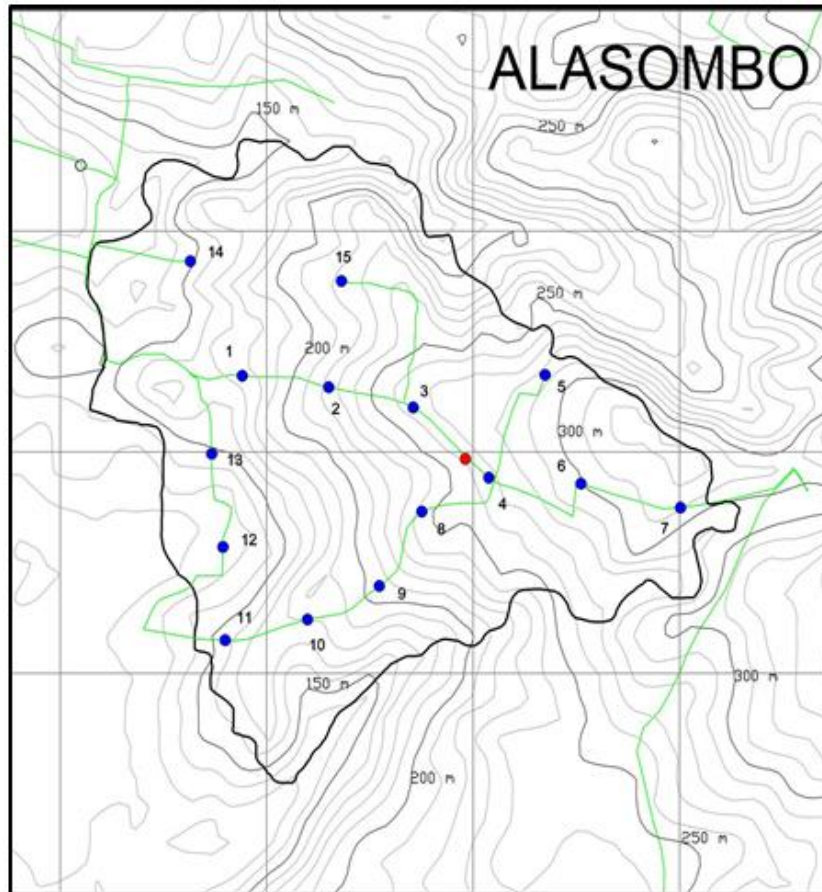
Desa Karangmojo pada dasarnya tidak terdapat batuan - batuan yang berfungsi sebagai akuifer, sehingga wilayah - wilayah ini merupakan wilayah dengan kriteria daerah airtanah langka. Kedalaman sumur - sumur gali penduduk menembus zona air soil, mempunyai kedalaman muka airnya berkisar 15-17 meter dari muka tanah setempat (Anonim, 1995).

PEMBAHASAN

Pendugaan Geolistrik

Penentuan titik titik duga geolistrik di Desa Alasombo ini tersebar di wilayah desa, terutama pada tempat - tempat dimana bisa bebas untuk melakukan bentangan

kabel untuk penempatan elektroda potensial maupun elektrode tahanan, serta diusahakan tidak ada pengaruh induksi listrik dari luar. Sedangkan lokasi penyebaran titik – titik duga geolistrik di Wilayah Desa Alasombo dapat diperiksa pada Gambar 6.



Gambar 6. Peta Lokasi Titik – Titik Pendugaan Geolistrik di Wilayah Desa Alasombo Kecamatan Weru

Dari data pada titik – titik pendugaan geolistrik yang tersebar di wilayah desa, dilakukan analisis dengan metode yang telah diuraikan di muka, selanjutnya dibuat penampang – penampang yang melalui beberapa titik duga sebagai jalur pendugaan, sehingga bisa memberikan gambaran baik litologi maupun keberadaan airtanah di bawah permukaan, berdasarkan interpretasi terhadap nilai tahanan jenis yang dihasilkan dari analisis. Dari penampang – penampang tersebut selanjutnya bisa digunakan untuk menentukan lokasi titik pemboran untuk eksplorasi maupun eksploitasi.

a. Penampang melalui jalur pendugaan titik – titik duga geolistrik 3 – 2 – 1 – 9 – 10 – 11

Jalur ini pada dasarnya berarah Barat Laut – Tenggara , pada elevasi mulai dari 200 meter sampai 300 meter dari atas permukaan laut. Penampang ini terdapat di bagian tengah Desa Alasombo (Gambar 7). Pada penampang melalui titik – titik duga geolistrik ini, dari permukaan sampai kedalaman 60meter, ditempati oleh batulanau yang ditunjukkan dengan harga tahanan jenis dari 24,61 Ohm-meter sampai 49,19 Ohm-meter. Di bawah lapisan batulanau ini dengan ketebalan

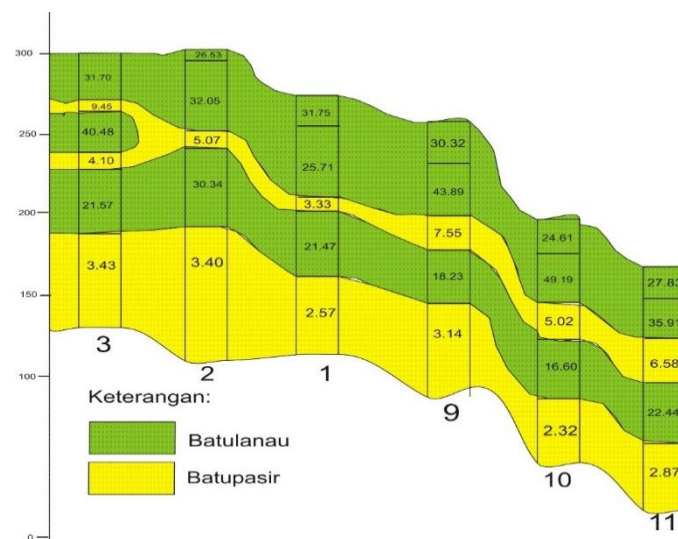
sekitar 15 meter sampai 45 meter ditempati oleh lapisan batupasir dengan nilai tahanan jenisnya dari 3,33 Ohm-meter sampai 7,55 Ohm-meter. Dari harga tahanan jenisnya memberikan gambaran bahwa lapisan batupasir ini sangat jenuh oleh kandungan air tanahnya. Lapisan batupasir yang berfungsi sebagai akuifer ini pada titik duga geolistrik 3 menebal lebih dari 50 meter, akan tetapi di tengahnya terdapat lensa dari batulanau. Di bawah lapisan batupasir ini dengan ketebalan 10 meter hingga 50 meter, kembali ditempati oleh lapisan batulanau yang cukup kompak, dengan nilai tahanan jenis yang diberikan adalah 16,60 Ohm-meter sampai 30,34 Ohm-meter. Di bawah lapisan batulanau yang kompak ini, dengan ketebalan yang tak terhingga kembali ditempati oleh lapisan batupasir yang sangat basah oleh kandungan air tanahnya. Adapun harga dari tahanan jenis yang diberikan oleh lapisan batupasir ini adalah 2,57 Ohm-meter sampai 5,42 Ohm-meter.

Berdasarkan hasil gambaran yang disajikan oleh jalur penampang titik duga geolistrik ini, bahwa lapisan pembawa air tanah yang berfungsi sebagai akuifer adalah lapisan batupasir pada lapisan kedua dan batupasir pada lapisan alas dari penampang ini. Keduanya adalah merupakan akuifer artesis atau akuifer tertekan. Sehingga untuk eksploitasi air tanah untuk sumur produksi bisa ditempatkan setiap titik sepanjang lintasan titik - titik duga geolistrik ini. Debit maksimum yang diijinkan dalam produksi yaitu sesuai Formula Darcy yang dikemukakan oleh Fetter (1996, dalam Kodoatie, 2012) adalah :

$$Q = -K \cdot b \cdot dh / dl \cdot 1000 \text{ m (lebar diambil dlm 1 Km).}$$

$$Q = -10 \cdot 3 \times 100 \times 0,315 \times 1000 = 31,5 \text{ m}^3/\text{hari}$$

K pada batupasir tufan diasumsikan 10-3, dan gradient hidrolis = 0,315; diharapkan debit maksimum dan optimum yang dipakai adalah debit hasil uji pemompaan langsung.



Gambar 7. Jalur Penampang Geolistrik Melalui Titik Duga 3 - 2 - 1 - 9 - 10 - 11.

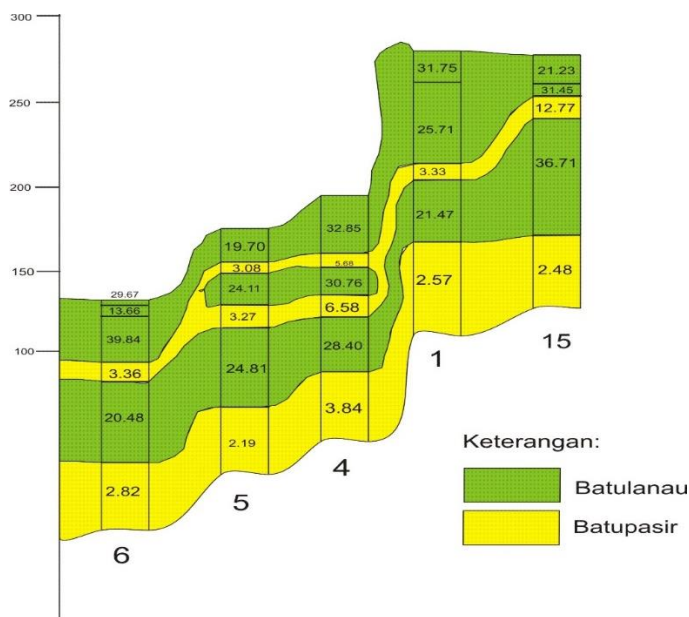
b. Penampang melalui jalur pendugaan titik - titik duga geolistrik 6 - 5 - 4 - 1 - 15. Jalur ini pada dasarnya berarah barat laut - tenggara, pada elevasi mulai dari 200 meter sampai 300 meter dari atas permukaan laut. Penampang ini terdapat di

bagian tengah Desa Alasombo (Gambar 8). Pada penampang melalui titik - titik duga geolistrik ini, dari permukaan sampai kedalaman 60 meter, ditempati oleh batulanau yang ditunjukkan dengan harga tahanan jenis dari 13,66 Ohm-meter sampai 39,84 Ohm-meter. Di bawah lapisan batulanau ini dengan ketebalan sekitar 15 meter sampai 45 meter ditempati oleh lapisan batupasir dengan nilai tahanan jenisnya dari 3,35 Ohm-meter sampai 12,97 Ohm-meter. Dari harga tahanan jenisnya memberikan gambaran bahwa lapisan batupasir ini sangat jenuh oleh kandungan airtanahnya. Lapisan batupasir yang berfungsi sebagai akuifer ini pada titik duga geolistrik 5 dan 4 menebal lebih dari 50 meter, akan tetapi di tengahnya terdapat lensa dari batulanau. Di bawah lapisan batupasir ini dengan ketebalan 10 meter hingga 50 meter, kembali ditempati oleh lapisan batulanau yang cukup kompak, dengan nilai tahanan jenis yang diberikan adalah 20,48 Ohm-meter sampai 36,71 Ohm-meter. Di bawah lapisan batulanau yang kompak ini, dengan ketebalan yang tak terhingga kembali ditempati oleh lapisan batupasir yang sangat basah oleh kandungan air tanahnya. Adapun harga dari tahanan jenis yang diberikan oleh lapisan batupasir ini adalah 2,0 Ohm-meter sampai 3,84 Ohm-meter. Jadi dari gambaran yang disajikan oleh jalur penampang titik duga geolistrik ini, bahwa lapisan pembawa air tanah yang berfungsi sebagai akuifer adalah lapisan batupasir pada lapisan kedua dan batupasir pada lapisan alas dari penampang ini. Keduanya adalah merupakan akuifer artesis atau akuifer tertekan. Sehingga untuk eksploitasi air tanah untuk sumur produksi bisa ditempatkan setiap titik sepanjang lintasan titik - titik duga geolistrik ini. Debit maksimum yang diijinkan dalam produksi yaitu sesuai Formula Darcy yang dikemukakan oleh Fetter (1996, dalam Kodoatie, 2012) adalah:

$$Q = -K \cdot b \cdot dh / dl \cdot 1000 \text{ m (lebar diambil dlm 1 Km).}$$

$$Q = -10^{-3} \times 100 \times 2,6 \times 1000 = 260 \text{ m}^3/\text{hari}$$

K pada batupasir tufan diasumsikan 10^{-3} , dan gradien hidrolis = 2,6; diharapkan debit maksimum dan optimum yang dipakai adalah debit hasil uji pemompaan langsung.



Gambar 8. Jalur Penampang Geolistrik Melalui Titik Duga 6 – 5 – 4 – 1 - 15

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Daerah penelitian termasuk dalam Zona Pegunungan Selatan dengan jenis akuifer batupasir yang berpotensi untuk dieksploitasi air tanahnya sebagai akuifer tak tertekan atau akuifer bebas dan akuifer setengah tertekan atau akuifer setengah bebas. Interpretasi penampang titik duga geolistrik menunjukkan bahwa lapisan pembawa air tanah yang berfungsi sebagai akuifer adalah lapisan batupasir pada lapisan kedua dan batupasir pada lapisan alas dari penampang geolistrik. Kedua lapisan merupakan akuifer artesis atau akuifer tertekan. Secara kuantitas, maksimum volume air terdapat pada bagian arah barat laut - tenggara 1, sebesar 31,5 m³/hari dan pada bagian arah barat laut - tenggara 2, sebesar 260 m³/hari. Secara kualitas, air tanah tersebut tergolong air tawar yang diperbolehkan sebagai sumber air bersih dengan nilai konduktivitas air di lapangan, di bawah 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih khusus kepada pimpinan Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Pemerintah Provinsi Jawa Tengah yang telah memberikan penulis akses ke data geolistrik dan data geologi permukaan. Data yang digunakan dalam penelitian ini menjadi dasar untuk interpretasi penampang geolistrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. (1995). Evaluation and Analysis of Pumping Test Data for Wells Drilled in FY 1993/1994. Central Java Groundwater Irrigation Project Development, Semarang.
- Chikodzi, D. (2018). Unusual Waterscapes and Precarious Rural Livelihoods: Occurrence, Utilisation, and Conservation of springs in the Save Catchment, Zimbabwe. (Unpublished doctoral thesis). The University of the Western Cape, Cape Town, South Africa
- Djaeni. (1982). Indonesia Hydrogeological Map Sheet IX: Yogyakarta, Scale 1:250,000. Bandung: Directorate of Environmental Geology.
- Helaly, A.S. (2017). Assessment of Groundwater Potentiality Using Geophysical Techniques in Wadi Allaqi Basin, Eastern Desert, Egypt - Case study. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, 6(2), 408-421.
- Issar, A. & Levanon, A. (2010). The Uses of Geophysical Methods in Hydrogeological Investigations in Israel, *Hydrological Sciences Bulletin*, 19(2), 199-217.
- Kodoatie, R.J. (2012). Tata Ruang Air Tanah. Yogyakarta: Andi Offset.
- Koesoemadinata, R.P. (2020). An Introduction to the Geology of Indonesia. Bandung: The *Geology Alumni Association of the Bandung Institute of Technology*.

- Maulana, F.W. (2012). Aquifer Potential of Watubonang Village, Tawang Sari District, Sukoharjo Regency, Central Java Province Based on Geoelectrical Data. Prosiding of Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Period III, 3 November 2012 (B202-B211). Yogyakarta, Indonesia: Institut Sains & Teknologi AKPRIND.
- Mogaji, K.A. & Lim, H.S. (2019). Application of Dempster-Shafer Theory of Evidence Model to Geoelectric and Hydraulic Parameters for Groundwater Potential Zonation. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, 7(1), 134-148.
- Nair, N.C., Srinivas, Y., Rajkumar, S., & Bose, S.A. (2019). Geoelectrical Investigation to Delineate the Groundwater Potential Aquifers in Chittar River Basin, Southern India. *International Journal of River Basin Management*, 19(4), 493-508.
- Oni, T.E., Omosuyi, G.O., & Akinlalu, A.A. (2019). Groundwater Vulnerability Assessment Using Hydrogeologic and Geoelectric Layer Susceptibility Indexing at Igbara Oke, Southwestern Nigeria. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*, 6(2), 452-458.
- Pauzi, N.I.M., Omar, H., Yusoff, Z.M., Khalit, S.I. & Nasib, M.Y. (2011). Water Detection on the Ground Subsurface Using Electromagnetic Device EM-34 for Airport Runaway. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 16, 1511-1522.
- Surono, Toha, B., & Sudarno. (1992). Geological Map Sheet Surakarta - Giritontro, Scale 1:100,000. Bandung: Geological Research and Development Center