

Identifikasi lapisan akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo, Desa Suko Mulyo, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur

Salsa Rizkia Alzahra, Didik Taryana*, Ferriyati Masitoh

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: didik.taryana.fis@um.ac.id

Paper received: 20-10-2021; revised: 25-10-2021; accepted: 02-11-2021

Abstract

The Suko Mulyo Plain area, Sepaku, North Penajam Paser is experiencing problems with uneven groundwater availability and limited groundwater supply for clean water sources. The purpose of the study was to determine the condition of rock layers based on resistivity values and identify the presence of aquifers. The method used is a configuration geoelectric survey *schlumberger* 200 meters 5 location points which is then processed with IPI2Win. IPI2Win serves to visualize the modeling of the aquifer layer. Geoelectric modeling results show that the hydrostratigraphy of the Suko Mulyo Plain Area consists of claystone, limestone, sandstone, quartz sandstone and claystone with coal insertion with a resistivity range of 56.2 to 3.65 m. In addition, observation and secondary data processing resulted in geomorphological interpretations in the form of structural denudational terrace and structural ridges. These rock formations and geomorphological units affect the presence of aquifers identified in the structural valley plains of Dusun 3 and the structural hills of Dusun 1 with a thickness of 52.6 meters and 64.3 meters. The results of the study are expected to be used as a reference for determining groundwater drilling points and as a basis for consideration of government officials in determining groundwater resource management policies.

Keywords: geoelectricity; hydrostratigraphy; aquifer

Abstrak

Kawasan Dataran Suko Mulyo, Sepaku, Penajam Paser Utara mengalami permasalahan ketersediaan air tanah yang tidak merata dan keterbatasan suplai air tanah untuk sumber air bersih. Tujuan penelitian untuk mengetahui kondisi lapisan batuan berdasarkan nilai resistivitas dan mengidentifikasi keberadaan akuifer. Metode yang dilakukan adalah survei geolistrik konfigurasi *schlumberger* lintasan 200 meter pada 5 titik lokasi yang kemudian diolah dengan IPI2Win. IPI2Win berfungsi memvisualisasikan pemodelan lapisan akuifer. Hasil Pemodelan geolistrik menunjukkan bahwa hidrostratigrafi Kawasan Dataran Suko Mulyo terdiri dari batu lempung, batu gamping, batu pasir, batu pasir kuarsa dan batu lempung dengan sisipan batubara dengan rentang resistivitas 56,2 hingga 3,65 m. Selain itu, observasi dan pengolahan data sekunder menghasilkan interpretasi geomorfologi berupa Teras Denudasional Struktural dan Satuan Struktural. Formasi batuan dan satuan geomorfologi ini berpengaruh terhadap keberadaan akuifer yang teridentifikasi pada Dataran lembah struktural Dusun 3 dan Perbukitan struktural Dusun 1 dengan ketebalan 52,6 meter dan 64,3 meter. Hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan acuan menentukan titik pengeboran air tanah dan sebagai dasar pertimbangan perangkat pemerintahan dalam penentuan kebijakan pengelolaan sumber air tanah.

Kata kunci: geolistrik; hidrostratigrafi; akuifer

1. Pendahuluan

Lapisan Akuifer merupakan lapisan batuan yang memiliki kemampuan menyimpan dan meloloskan air di bawah permukaan tanah (Darsono & Darmanto, 2019). Kemampuan akuifer dalam menyimpan dan meloloskan air dipengaruhi oleh karakteristik lapisan batuan bersifat *permeable* yang tersusun dari material penyusun tidak terkonsolidasi, berupa: pasir tak

termampatkan, kerikil dan batu pasir hingga material yang terkonsolidasi, berupa : lempung dan batu lempung (Santosa & Adji, 2014; Uligawati, Fatimah, & Rizqi, 2020). Pembentukan dan keberadaan lapisan akuifer dikontrol oleh karakteristik wilayah Cekungan Air tanah dan wilayah non Cekungan Air tanah (Santoso & Adji, 2016). Karakteristik tersebut, berupa: karakteristik bentang lahan, lingkungan pengendapan, proses pola pergerakan air tanah dan umur air tanah berdasarkan stratigrafi batuan penyusun (Santosa & Adji, 2014).

Lapisan akuifer dapat dijadikan indikasi awal ketersediaan air tanah di suatu wilayah (Pratiwi & Hizbaron, 2016). Air Tanah dianggap sebagai sumber yang layak untuk pemenuhan kebutuhan air (Santoso & Adji, 2016). Pemenuhan kebutuhan air menggunakan air tanah dinilai mampu memenuhi kebutuhan domestik masyarakat (Okviyani, 2020). Identifikasi lapisan akuifer diperlukan sebagai informasi dasar lokasi sumber air (Santoso & Adji, 2016). Informasi tersebut kemudian digunakan sebagai acuan titik pengeboran air tanah (Zakaria & Vanny, 2019). Acuan titik pengeboran memiliki nilai urgensi yang tinggi, sehingga perencanaan pembangunan sumur produksi tepat sasaran dan efisien biaya (Zakaria & Suyanto, 2020).

Sukomulyo, Kabupaten Penajam Paser Utara merupakan bagian wilayah perbukitan antiklin (Wicaksono, Putranto, & Setyawan, 2019). Struktur antiklin wilayah ini dipengaruhi oleh fisiografi Antiklinorium Samarinda, berupa jalur jalur antiklin-sinklin bagian dari Cekungan Kutai yang mengarah dari barat daya-utara timur laut dengan lebar sekitar 125 km dan panjang sekitar 400 km (Stevanus, 2014). Pembentukan geomorfologi terjadi pada Masa Miosen, ditandai oleh terbentuknya *triple junction* Laut Celebes dan Selat Makasar, sehingga menghasilkan cekungan yang tererosi dan mengalami pelapukan (Gorsel, 2018). Erosi dan pelapukan yang terjadi berdampak pada proses pembentukan lapisan batuan sedimen berumur Kuartar Tersier yang membentuk morfologi berupa lembah dan perbukitan yang bergelombang pada wilayah ini (Makatita, Pratiknyo, & Nugroho, 2014; Umar & Ikhwan, 2017).

Hidrogeologi regional wilayah terutama pada daerah dataran memiliki karakteristik, berupa penyerapan yang tidak begitu baik dikarenakan dominasi batuan lempung sehingga risiko aliran permukaan menjadi tinggi (Herlambang & Said, 2020). Hal ini disebabkan oleh material litologi akuifer mayoritas berupa batu lempung, batu pasir dan batu gamping (ESDM, 2021). Sistem akuifer regional berupa akuifer dengan aliran air tanah melalui antar butir dan aliran air tanah melalui celah dan ruang antar butir (Wicaksono, Putranto, & Setyawan, 2019) Permasalahan ketersediaan air tanah yang tidak merata dikarenakan letak akuifer yang belum diketahui secara juga dipengaruhi oleh wilayah yang merupakan daerah perbukitan lipatan yang tersusun oleh lempung, batu pasir dan banyak ditemukannya batubara (Herlambang & Said, 2020).

Permasalahan ini berkaitan dengan lapisan batuan yang berada dibawah permukaan dikarenakan belum diketahuinya posisi, persebaran dan ketebalan akuifer secara tepat, sehingga informasi mengenai ketersediaan air tanah secara vertikal mengenai lapisan batuan harus dilakukan dan ditemukan (Santoso & Adji, 2016; Nugraha, Nur, CSSSA, & Pranantya, 2016). Oleh karena itu, identifikasi lapisan batuan penting dilakukan karena diharapkan mampu memberikan informasi semi detail hingga detail mengenai kondisi batuan, material, ketebalan, struktur geologi regional dan informasi mengenai air tanah (Nuryanto et al., 2020). Identifikasi lapisan batuan dapat dilakukan dengan metode geofisika, yakni geolistrik dengan tujuan mengetahui sebaran batuan secara vertikal sehingga didapatkan hasil prediksi kondisi

lapisan batuan termasuk lapisan akuifer yang menyimpan air tanah (Santoso & Adji, 2016; Nuryanto et al., 2020).

Penyelidikan geolistrik menjadi salah satu metode geofisika yang digunakan secara luas, terutama dalam hal eksplorasi air tanah maupun studi-studi yang berkaitan dengan hidrogeologi (Nugraha, Nur, CSSA, & Pranantya, 2016). Salah satu konfigurasi metode geolistrik adalah *schlumberger*, konfigurasi ini menerapkan pengukuran secara vertikal dengan penempatan elektroda potensial berada diantara elektroda arus (Setiono, Pudjihardjo, & Hidajat, 2014). Konfigurasi *schlumberger* dinilai menjadi teknik paling tepat dalam mengidentifikasi lapisan akuifer karena mampu mendeteksi non homogenitas lapisan batuan (Hanifa, Sota, & Siregar, 2016).

Penelitian dengan menggunakan metode geolistrik bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan dan ketebalan lapisan akuifer sebagai penanda awal ketersediaan air di suatu wilayah (Muhardi, Perdhana, & Nasharuddin, 2019). Tanda awal ketersediaan air yang didapatkan berdasarkan pengukuran nilai resistivitas batuan penyusun diharapkan mampu mengetahui kondisi akuifer sebagai sumber air domestik (Santoso & Adji, 2016). Pemodelan 2 dimensi mengenai lapisan batuan diolah menggunakan perangkat lunak *IPI2WIN*, diharapkan memberikan informasi mengenai kondisi lapisan batuan dan kenampakan geologi. Tujuan penelitian untuk mengetahui kondisi susunan lapisan batuan berdasarkan nilai resistivitas dan mengidentifikasi keberadaan akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo. Hasil interpretasi berfungsi sebagai acuan masyarakat dalam menentukan titik pengeboran air tanah dan sebagai pertimbangan perangkat pemerintahan setempat guna penentuan kebijakan yang arif serta bijaksana dalam pengelolaan air tanah.

2. Metode

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

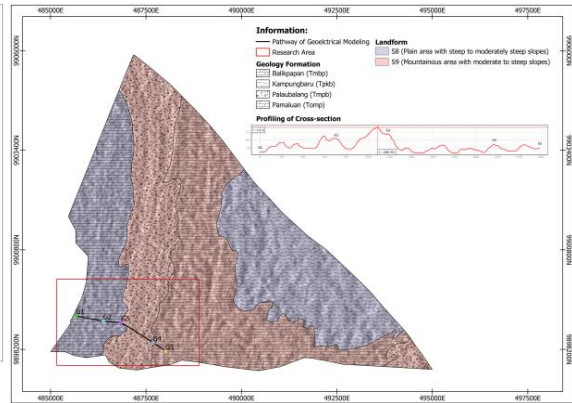
Penelitian mengenai kondisi lapisan akuifer dilakukan di kawasan dataran Suko Mulyo bagian Cekungan Air tanah Loa Haur yang termasuk wilayah administrasi Desa Suko Mulyo, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur seluas 4.109 hektare dengan jumlah penduduk sebanyak 1898 jiwa pada tanggal 25-27 Juni 2021.

2.2. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode survei. Metode ini terbagi dalam empat tahapan untuk mengidentifikasi lapisan akuifer kawasan Dataran Suko Mulyo, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur, meliputi: 1) Pengumpulan data, terdiri dari pengumpulan Data primer, yakni kondisi air tanah dan sumur, material bahan penggalian dan pengeboran sumur, kenampakan geomorfologi, titik minat akuifer dan manifestasi air tanah. Data sekunder, yakni karakteristik CAT Loa Haur, geologi struktur, formasi geologi dan DEM ALOS Palsar; 2) Desain pra survei, terdiri dari Identifikasi kenampakan geologi dan geomorfologi untuk penentuan titik geolistrik; 3) Survei Geolistrik dan Pemodelan hasil 2 dimensi; 4) Validasi dengan manifestasi Air tanah, terdiri dari kedalaman sumur warga, kondisi sumur, material bahan galian dan pengeboran sumur, keberadaan sungai, titik minat akuifer dan keberadaan mata air.



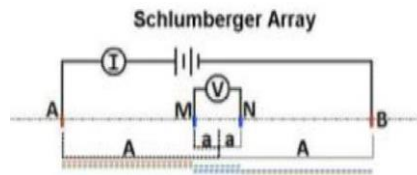
Gambar 1. Peta Survei Geolistrik Kawasan Dataran Suko Mulyo



Gambar 2. Peta Formasi Batuan dan Satuan Geomorfologi Kawasan Dataran Suko Mulyo

2.2.1. Survei Geolistrik

Survei geolistrik atau *vertical electrical sounding* (VES) untuk memprediksi informasi mengenai sifat batuan, ketebalan lapisan dan posisi akuifer. Survei geolistrik konfigurasi *Schlumberger* dengan panjang lintasan 200 meter yang tersebar dengan ketentuan SNI 2818:2012 tentang Tata cara pengukuran geolistrik *Schlumberger* untuk eksplorasi air tanah, Konfigurasi *Schlumberger* dilakukan dengan menempatkan elektroda arus diantara elektroda potensial.



Gambar 3. Konfigurasi Schlumberger (Kementerian PUPR, 2019)

Pengukuran vertikal dengan konfigurasi ini memiliki kelebihan berupa mampu mendeteksi lapisan batuan yang tidak seragam pada wilayah Suko Mulyo, selain itu konfigurasi *Schlumberger* memiliki prosedur yang lebih cepat dan lebih sederhana sehingga dapat dilanjutkan dengan perhitungan perhitungan Tahanan jenis semu dengan rumus (1) (Masitoh, Rusydi, & Pratama, 2021).

$$\rho a = \frac{\Delta V}{I} K (1) \tag{1}$$

Keterangan:

ρa : Resistivitas batuan (Ohm – meter)

ΔV : Perbedaan elektroda potensial

I : Arus dua elektroda arus

K : Faktor geometri

Pengukuran Geolistrik pada daerah Dataran Suko Mulyo terletak mulai dari titik 0°54'46.92" LS dan 116°52'16.35 BT hingga 0°55'17.23" LS dan 116°53'32.12" BT seluas 840 ha. Lima Titik pengukuran dipilih berdasarkan *purposive sampling* dengan pertimbangan daerah keterbatasan air, aksesibilitas jalan dan kerawanan medan daerah penelitian berdasarkan hasil observasi pra penelitian.

Tabel 1. Distribusi Titik Pengukuran Geolistrik

No	Koordinat UTM 50S		Titik Pengukuran	Perkiraan Kedalaman Akuifer (m)	Formasi Geologi	Penggunaan Lahan	Satuan Geomorfologi
	X	Y					
1	485670.69	100918.03	G1	4.5 dan 60	Pamaluhan (Tomp)	Pemukiman diselingi Perkebunan Sawit	Dataran lembah dengan kemiringan 2°-4°
2	486384.21	101060.81	G2	5	Pamaluhan (Tomp)	Hutan	Daerah perbukitan dengan kemiringan 8°-16°
3	486850.68	101100.37	G3	5	Pamaluhan (Tomp)	Perkebunan Sawit	Dataran di antara perbukitan dengan kemiringan 4°-8°
4	487688.66	101625.91	G4	60	Pulau Balang (Tmpb)	Padang Rumput	Lembah antar perbukitan dengan kemiringan 8°-16°
5	488012.32	101848.62	G5	60	Balikpapan (Tmbp)	Pemukiman	Dataran lembah dengan kemiringan 2°-4°

Sumber: pengolahan data primer

2.2.2. Pemodelan Hasil Geolistrik

Data arus listrik dua elektroda arus dan perbedaan tegangan elektroda potensial yang diperoleh di lapangan, kemudian dilakukan perhitungan untuk memperoleh besaran resistivitas semu tiap titik pengukuran. Hasil perhitungan resistivitas semu diolah menggunakan *software IPI2WIN*. *IPI2WIN* merupakan *software* pengolahan data geolistrik dalam empat tahapan, meliputi: 1) *Input data*, 2) Koreksi *error data*, 3) Penambahan data dan 4) Pembuatan *cross section*. *IPI2WIN* mampu menginterpretasikan lapisan batuan berupa ketebalan lapisan dan resistivitas batuan. Nilai resistivitas kemudian dijadikan acuan untuk mengidentifikasi keberadaan air tanah baik yang berada pada akuifer bebas maupun akuifer tertekan dan selanjutnya tiap lapisan yang telah berhasil diinterpretasi akan dianalisis untuk deskripsi kondisi batuan tiap lapisan (Santosa & Adji, 2014).

Tabel 2. Resistivitas Batuan

Material	Resistivitas (Ωm)
Batu pasir	8-4 x 10 ³
Batu Napal	20-2 x 10 ³
Batu gamping	50-4 x 10 ²
Lempung	1-100
Alluvium	10-800
Air Tanah tawar	10-100
Air laut	0.2

Sumber: (Looke, 1999 dalam Santosa & Adji, 2014)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hidrostratigrafi Kawasan Dataran Suko Mulyo

Hidrostratigrafi merupakan hasil interpretasi survei geolistrik yang diolah menggunakan aplikasi *IPI2Win*. Hidrostratigrafi Kawasan Dataran Suko Mulyo didasari hasil pengukuran geolistrik dilakukan pada lima titik survei yang telah ditentukan pada gambar 1. Titik survei pertama dilakukan di pemukiman diselingi oleh kebun sawit yang mengalami kegagalan pengeboran air tanah. Titik survei kedua dilakukan di sekitar pemukiman yang dikelilingi hutan dan perkebunan sawit. Titik survei ketiga dilakukan di daerah pemukiman. Titik survei keempat dilakukan di sekitaran hutan. Titik kelima dilakukan di padang rumput yang dikelilingi perbukitan. Titik pengukuran dipilih dengan *purposive*, yaitu pada kondisi lapangan yang relatif terbuka dan datar dengan sedikit penghalang yang telah disesuaikan dengan standar ketentuan penggunaan alat geolistrik.

Hidrostratigrafi merupakan interpretasi pendugaan lapisan batuan secara vertikal (Fitranatanegara & Adji, 2016). Hidrostratigrafi memanfaatkan nilai resistivitas sebagai acuan dalam identifikasi struktur lapisan batuan, yakni kedalaman, ketebalan, dan litologi (Santosa, 2001). Resistivitas didapatkan berdasarkan sifat kelistrikan batuan untuk mengetahui kenampakan bawah permukaan tanah (Hurriyah & Jannah, 2015). Sifat kelistrikan batuan muncul saat konduksi elektrolitik, proses ini terjadi ketika kandungan mineral yang disimpan oleh air di dalam batuan terkonduksi oleh elektroda (Suryadi, Efendi, & Sandra, 2015). Konduksi elektrolitik memanfaatkan elektron yang dimiliki oleh masing-masing batuan, sehingga saat elektroda menghantarkan arus listrik menghasilkan nilai resistivitas semu yang kemudian diolah untuk mendapatkan rentang resistivitas batuan (Hurriyah & Jannah, 2015). Kemudian, nilai resistivitas digunakan untuk pendugaan jenis batuan, pendugaan didasari oleh Tabel resistivitas yang dikemukakan oleh Looke (1999) serta diselaraskan dengan peta geologi dan hasil manifestasi air tanah yang dilakukan pada Observasi Pra Survei dan jurnal-jurnal mengenai daerah penelitian sebagai validasi.

Berdasarkan hasil survei penelitian, endapan permukaan kawasan Dataran Suko Mulyo berupa batu lempung serpih sisipan dengan napal, batu gamping dan batu pasir. Batu Lempung serpih dijumpai sebagai bagian *top soil* dengan kedalaman berkisar 1 hingga 10 meter yang dijumpai pada singkapan batuan sekitaran lokasi geolistrik. Berdasarkan informasi dari penduduk yang sedang membuat sumur bor pada kedalaman 10 meter ke bawah lapisan terdiri batu gamping dengan ukuran dan tekstur semakin ke bawah permukaan batuan menjadi semakin halus kemudian lapisan akuifer ditemukan mulai kedalaman 40 meter hingga 60 meter. Penuturan tersebut sesuai dengan hasil uji geolistrik, yakni mulai kedalaman 11

meter merupakan batu gamping dan lapisan batu pasir yang diduga sebagai akuifer ditemukan mulai dari kedalaman 20 meter hingga 80 meter dari permukaan tanah (Kaltim, 2021).

3.2. Hasil Pendugaan Geolistrik Lima Titik Survei Geolistrik

Titik survei geolistrik pertama berada di sisi barat Dataran Suko Mulyo, berada pada elevasi 35 mdpl, dengan medan berupa dataran lembah sedikit berbukit serta kemiringan lereng berkisar 2°-4°. Kondisi titik survei berada di belakang rumah penduduk yang dikelilingi oleh perkebunan sawit serta dijumpai aliran sungai kecil yang mengering. Hidrostratigrafi lapisan batuan titik pertama dapat diketahui pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pendugaan Geolistrik pada Titik Pengukuran 1

Lapisan Ke	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ω m)	Litologi	Keterangan
1	10-11.6	1.6	48.7-31.6	Batu lempung	Akuiklud
2	11.7-18.4	6.8	27.4-11.5	Batu gamping	Akuifer
3	18.5-85.8	67.3	10-6.49	Batu pasir	Akuifer
4	15.8-85.8	70	15.4-11.5	Batu gamping	Akuitard

Sumber: Pengolahan data primer

Tabel 3 menunjukkan bahwa susunan lapisan titik survei pertama memiliki 4 lapisan. Lapisan atas adalah batu lempung setebal 1,6 meter pada kedalaman 10 meter dari permukaan tanah. Batu lempung teridentifikasi pada rentangan resistivitas sebesar 48,7-31,6 Ω m. Batu lempung merupakan lapisan batuan yang relatif kedap air, namun lapisan batu lempung pada lokasi ini diduga memiliki kemampuan meloloskan air walaupun rendah melalui ruang antar butir, pendugaan didasari oleh data Produktivitas Akuifer dan Litologi Akuifer oleh Dinas ESDM (2021). Lapisan batu lempung pada titik G1 memiliki potensi keterdapatan air tanah berupa *perched water*, karena ditemukannya sumur gali dengan kedalaman 4,5 meter pada ketinggian 23 mdpl. Sumur gali ini kemudian dipompa dan dialirkan kepada rumah rumah penduduk sekitar. Besar kemungkinan air yang terdapat pada lapisan batu lempung merupakan air yang terinfiltrasi kemudian terjebak dan terkumpul pada satu bagian cekungan.

Lapisan batu gamping teridentifikasi dibawah lapisan batu lempung. Lapisan batu gamping memiliki resistivitas sebesar 27,4-11,5 Ω m. Lapisan ini memiliki ketebalan 6,8 meter pada kedalaman mulai dari 11 meter dibawah permukaan tanah. Lapisan ini diduga merupakan akuifer, dikarenakan material batu gamping berupa batu kapur memiliki kemampuan meloloskan air berdasarkan ukuran rekahan batuan yang disebabkan oleh proses pelarutan kandungan kalsium karbonat pada batu gamping yang akan meningkat seiring berjalannya waktu (Todd & Mays, 2005; Munawir, Jauhari, Kurniawan, & Muhammad, 2019).

Lapisan batu pasir teridentifikasi dibawah lapisan batu gamping. Lapisan batu pasir memiliki resistivitas sebesar 10-6,49 Ω m. Lapisan ini memiliki ketebalan 67,3 meter pada kedalaman mulai dari 18 meter dibawah permukaan. Lapisan ini diduga merupakan akuifer, dikarenakan memiliki resistivitas rendah sebesar 10-6,49 Ω m. Berdasarkan penjelasan penduduk, kegiatan pengeboran air tanah pernah dilakukan pada kedalaman 60 meter. Namun, pengeboran mengalami kegagalan, karena air memiliki rasa payau dan keruh sehingga

kurang layak dikonsumsi, jika dikaitkan dengan kondisi geologi daerah penelitian secara kualitatif dapat terjadi, dikarenakan lapisan akuifer berasal dari pengendapan laut dalam pada Masa Miosen Awal.

Lapisan batu gamping teridentifikasi dibawah lapisan batu pasir. Lapisan batu gamping memiliki resistivitas sebesar 15,4-11,5 Ω m. Lapisan ini memiliki ketebalan lebih dari 70 meter pada kedalaman mulai dari 15 meter. Lapisan batu gamping seperti yang telah tersaji pada gambar 4 menyelimuti lapisan batu pasir, sehingga diduga lapisan batu gamping merupakan lapisan semi kedap air (Santosa & Adji, 2014).

Lapisan ini diduga menjadi sisipan batu pasir sehingga menjadi lapisan kedap air yang menyelimuti lapisan akuifer. Titik survei geolistrik kedua berada pada elevasi 46 mdpl, dengan medan berupa daerah perbukitan serta kemiringan lereng berkisar 8°-16°. Kondisi lokasi kedua berada di sekitaran hutan yang diselingi oleh perkebunan sawit serta satu rumah penduduk dengan jalanan berupa lempung berbatu. Lokasi ini merupakan daerah penduduk yang cukup kesulitan air serta ditemukannya singkapan batuan berupa batu lempung dengan serpih yang menjadi mayoritas endapan permukaan. Hidrostratigrafi lapisan batuan titik kedua dapat diketahui pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pendugaan Geolistrik pada Titik Pengukuran 2

Lapisan Ke	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ω m)	Litologi	Keterangan
1	10-13.6	44.1	56.2-31.6	Batu lempung	Akuiklud
2	13.7-21.5	31.6	23.7-15.8	Batu gamping	Akuitard
3	>85.8	-	27.4-20.5	Batu lempung	Akuifug

Sumber: pengolahan data primer

Tabel 4 menunjukkan bahwa susunan lapisan titik survei kedua memiliki 3 lapisan. Lapisan atas adalah batu lempung setebal 44,1 meter pada kedalaman mulai dari 10 meter dibawah permukaan tanah dengan resistivitas sebesar 56,2-31,6 Ω m. Batu lempung pada lokasi ini teridentifikasi menjadi lapisan paling tebal diantara titik survei lainnya dan merupakan lapisan akuiklud, dikarenakan lapisan ini bersifat *impermeable* berdasarkan rentang resistivitas tertinggi diantara lapisan batu lempung lainnya (Todd & Mays, 2005). Pendugaan ini didukung oleh keterdapatannya sumur gali milik penduduk pada kedalaman 5 meter yang merupakan bukti keterdapatannya air tanah berupa *perched water*, dikarenakan air tertampung di atas lapisan akuiklud (Santosa & Adji, 2014).

Lapisan batu gamping teridentifikasi di bawah lapisan lempung. Lapisan batu gamping memiliki resistivitas sebesar 23,7-15,8 Ω m. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 31,6 meter pada kedalaman mulai dari 54 meter dibawah permukaan tanah. Lapisan ini diduga merupakan lapisan akuitard, namun dikarenakan kedalaman yang tinggi dengan ketebalan lapisan diatasnya, menurunkan kemampuan daya lolos air.

Lapisan batu lempung teridentifikasi di bawah lapisan batu gamping. Lapisan batu lempung pada lapisan ini memiliki resistivitas yang berbeda dengan lapisan batu lempung atas yakni sebesar 27.4-20.5 Ω m. lapisan ini diduga merupakan lapisan kedap air, dikarenakan berada dibawah lapisan yang tidak mampu meloloskan air sehingga kemungkinan infiltrasi berakhir pada lapisan kedua dan kedalaman lapisan yang berada lebih dari 85,8 meter.

Titik survei geolistrik ketiga berada pada elevasi 40 mdpl, dengan medan berupa dataran di antara perbukitan serta kemiringan lereng berkisar 4°-8°. Kondisi lokasi ketiga berada di sekitaran kebun durian, perkebunan sawit, rumah penduduk dan vegetasi lainnya berupa tanaman bambu. Hidrostratigrafi lapisan batuan titik ketiga dapat diketahui pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pendugaan Geolistrik pada Titik Pengukuran 3

Lapisan Ke	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ω m)	Litologi	Keterangan
1	10-13,6	3,6	48,7-36,5	Batu lempung	Akuiklud
2	13,7-21,5	6,8	27,4-17,8	Batu lempung	Akuitard
3	21,6-29,3	7,7	15,4-11,5	Batu pasir kuarsa	Akuifer
4	29,4-73,6	44,2	10-4,22	Batu pasir	Akuifer Potensial
5	73,7-85,8	12,1	27,4-23,7	Batu lempung	Akuitard

Sumber: pengolahan data primer

Tabel 5 menunjukkan bahwa susunan lapisan titik survei ketiga memiliki 5 lapisan. Lapisan atas adalah batu lempung setebal 3,6 meter pada kedalaman mulai dari 10 meter. Batu lempung teridentifikasi pada nilai resistivitas sebesar 48,7-36,5 Ω m. Lapisan kedua juga merupakan batu lempung dengan nilai resistivitas sebesar 27,4-17,8 Ω m dengan ketebalan mencapai 6,8 meter. Perbedaan besaran resistivitas keduanya dapat diduga berdasarkan tekstur dan ukuran material batuan, dikarenakan nilai resistivitas berhubungan dengan keterdapatan air pada batuan. Semakin banyak rekahan maupun celah pada batuan maka kemungkinan keterdapatan air akan semakin tinggi. Pendugaan bahwa lapisan batu lempung pertama adalah akuiklud dan lapisan batu lempung kedua adalah akuitard. Pendugaan ini didasari oleh pernyataan Todd & Mays (2005) bahwa batu lempung dapat menjadi akuiklud maupun akuitard, hal ini bergantung pada keterdapatan material pasir pada batu lempung.

Lapisan batu pasir kuarsa teridentifikasi dibawah lapisan lempung. Lapisan batu pasir memiliki resistivitas sebesar 15,4-11,5 Ω m. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 7,7 meter pada kedalaman mulai dari 21 meter dibawah permukaan tanah. Lapisan ini diduga merupakan lapisan akuifer yang kemudian bersisipan dengan batu pasir dibawahnya. Lapisan batu pasir memiliki resistivitas 10-4,22 Ω m. Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 44,2 meter pada kedalaman mulai dari 29 meter dibawah permukaan. Lapisan ini diduga merupakan lapisan akuifer yang potensial yang bersifat tertekan dikarenakan berada di antara lapisan semi kedap air, yakni batu lempung (Todd & Mays, 2005; Fitriatanegara & Adji, 2016).

Lapisan batu lempung teridentifikasi dibawah lapisan batu pasir. Lapisan batu lempung memiliki resistivitas sebesar 27,4-23,7 Ω m. Lapisan ini memiliki ketebalan 12,1 meter pada kedalaman mulai dari 73 meter dibawah permukaan tanah. Lapisan ini diduga merupakan lapisan kedap air, dimana lapisan ini hanya mampu menyimpan air namun tidak dapat meloloskan air.

Titik survei geolistrik keempat berada pada elevasi 40 mdpl, dengan medan berupa daerah lembah diantara perbukitan serta kemiringan lereng berkisar 8°-16°. Kondisi lokasi berada di padang rumput, sekitar rumah penduduk. Hidrostratigrafi lapisan batuan titik keempat dapat diketahui pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pendugaan Geolistrik pada Titik Pengukuran 4

Lapisan Ke	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi	Keterangan
1	10-18,5	8,5	27,4-17,8	Batu lempung	Akuitard
2	18,6-29,3	10,7	15,4-10	Batu pasir kuarsa	Akuifer
3	29,4-85,8	56,4	10-3,65	Batu pasir	Akuifer Potensial
4	73,7-85,8	12,1	48,7-36,5	Batu lempung dengan sisipan batubara	Akuifug

Sumber: Pengolahan data primer

Tabel 6 menunjukkan bahwa susunan lapisan titik survei keempat memiliki 4 lapisan. Lapisan atas adalah batu lempung setebal 8,5 meter pada kedalaman mulai dari 10 meter dibawah permukaan tanah. Batu lempung teridentifikasi pada nilai resistivitas sebesar 27,4-17,8 Ωm . Diduga batu lempung pada lokasi ini telah bersisipan dengan batu pasir kuarsa sehingga memiliki nilai resistivitas yang rendah, juga dapat diduga batu lempung pada lokasi ini memiliki tekstur kasar serta memiliki celah yang berongga sehingga porositas lapisan tidak seburuk lapisan batu lempung pada ketiga titik sebelumnya. Lapisan ini diduga merupakan lapisan akuitard, dimana lapisan mampu menyimpan dan meloloskan air secara lamban (Todd & Mays, 2005). Hal ini didasari oleh produktivitas akuifer berupa ruang antar butir dengan produktivitas akuifer memiliki keterusan yang sedang hingga tinggi (ESDM, 2021).

Lapisan batu pasir kuarsa teridentifikasi berada dibawah lapisan batu lempung. Lapisan batu pasir memiliki resistivitas sebesar 15,4-10 Ωm . Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 10,7 meter pada kedalaman mulai dari 18 meter. Lapisan ini diduga merupakan lapisan akuifer. Dibawah lapisan batu pasir kuarsa adalah lapisan batu pasir dengan resistivitas sebesar 10-3,65 Ωm . ketebalan batu pasir mencapai 56,4 meter. Hal ini menandakan bahwa lapisan ini merupakan akuifer potensial dengan sifat air tanah semi tertekan.

Lapisan batu lempung dengan sisipan batubara teridentifikasi berada dibawah lapisan batu pasir. Batulempung dengan sisipan batubara memiliki resistivitas sebesar 48,7-36,5 Ωm . Lapisan ini memiliki ketebalan sebesar 12,1 meter dan pada kedalaman mulai dari 73 meter dibawah permukaan. Lapisan ini diduga merupakan lapisan kedap air mutlak dikarenakan karakteristik material batubara yang merupakan hasil kompaksi sedimen organik yang merupakan hasil sedimentasi lingkungan sublitoral dangkal (Winarno, Amijaya, & Harijoko, 2019).

Titik survei geolistrik kelima berada pada elevasi 37 mdpl, dengan medan berupa dataran lembah serta kemiringan lereng berkisar $2^{\circ}=4^{\circ}$. Kondisi lokasi berada di pekarangan rumah penduduk, dikelilingi kolam ikan dan kebun penduduk. Hidrostratigrafi lapisan batuan titik keempat dapat diketahui 7.

Tabel 7. Hasil Pendugaan Geolistrik pada Titik Pengukuran 5

Lapisan Ke	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)	Resistivitas (Ωm)	Litologi	Keterangan
1	10-11,7	1,7	27,4-23,7	Batu lempung	Akuitard
2	11,8-29,3	17,5	42,2-31,6	Batu lempung	Akuiklud
3	29,4-39,5	10,1	27,4-23,7	Batu lempung	Akuitard
4	39,6-85,8	46,2	13,3-10,5	Batu pasir kuarsa	Akuifer

Sumber: Pengolahan data primer

Tabel 7 menunjukkan bahwa susunan lapisan titik survei kelima memiliki 3 lapisan. Lapisan atas dan kedua adalah batu lempung dengan rentangan resistivitas sebesar 42,2-23,7 Ωm . Gabungan kedua lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 19,2 meter pada kedalaman mulai dari 10 meter hingga 29 meter dibawah permukaan tanah. Kedua lapisan ini diduga merupakan akuiklud, dikarenakan rentangan resistivitas termasuk tinggi, hal ini mengidentifikasi bahwa kedua lapisan memiliki daya hantar listrik yang tidak baik (Suryadi, Efendi, & Sandra, 2015).

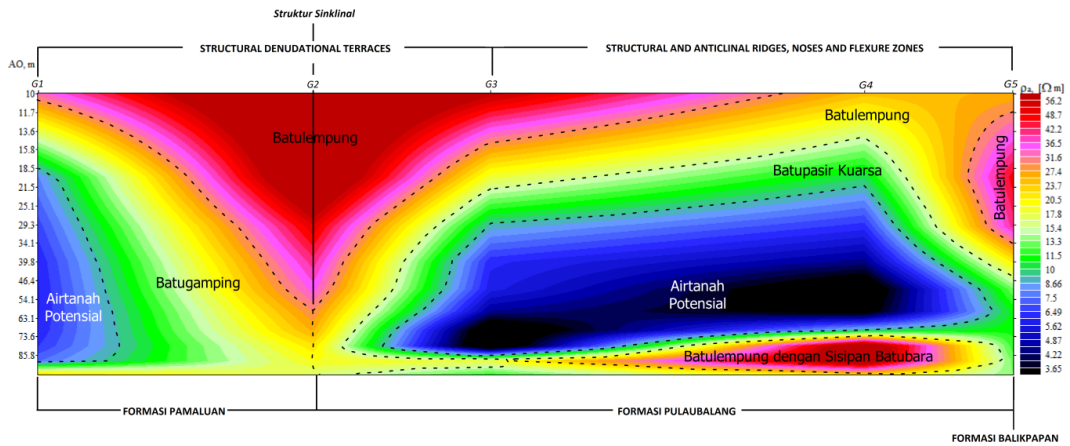
Lapisan batu pasir kuarsa teridentifikasi berada dibawah lapisan batu lempung. Batu pasir kuarsa memiliki resistivitas sebesar 13,3-10,5 Ωm . Lapisan ini memiliki ketebalan mencapai 46,2 meter pada kedalaman mulai dari 39 meter dibawah permukaan tanah. Lapisan ini diduga merupakan lapisan akuifer yang bersifat tertekan, dikarenakan berada dibawah lapisan kedap air (Kaltim, 2021).

3.3. Penampang Melintang Dua Dimensi Survei Geolistrik

Pemodelan hasil pengolahan data survei geolistrik Kawasan Dataran Suko Mulyo diinterpolasi menjadi 1 Penampang melintang dua dimensi. Penampang ini menginterpolasikan 5 titik survei. Penampang melintang ini kemudian diinterpretasikan secara kualitatif dengan mengacu pada data sekunder berupa Peta Geologi Lembar Samarinda dan Balikpapan juga hasil manifestasi air tanah saat observasi pra penelitian. Gambar 3 adalah hasil pemodelan penampang melintang dua dimensi. Penampang ini memiliki maksimal kedalaman inversi lapisan batuan hingga 85,8 meter dibawah permukaan tanah.

Rentangan nilai resistivitas Kawasan Dataran Suko Mulyo berkisar dari 56,2-3,65 Ωm . Rentangan nilai resistivitas terbagi dalam 4 gradasi warna yang mewakili setiap kemampuan daya hantar listrik batuan. Keempat gradasi warna, yakni merah, jingga, hijau dan biru. Berdasarkan 4 gradasi warna tersebut mewakili lima lapisan penyusun, meliputi batu lempung, batu gamping, batu pasir kuarsa, batu pasir dan batu lempung dengan sisipan batubara. Lapisan batu pasir yang diwakili oleh warna biru dengan nilai resistivitas sebesar 10-3,65 Ωm , diidentifikasi sebagai lapisan akuifer yang menjadi indikasi awal keterdapatannya air tanah pada wilayah ini.

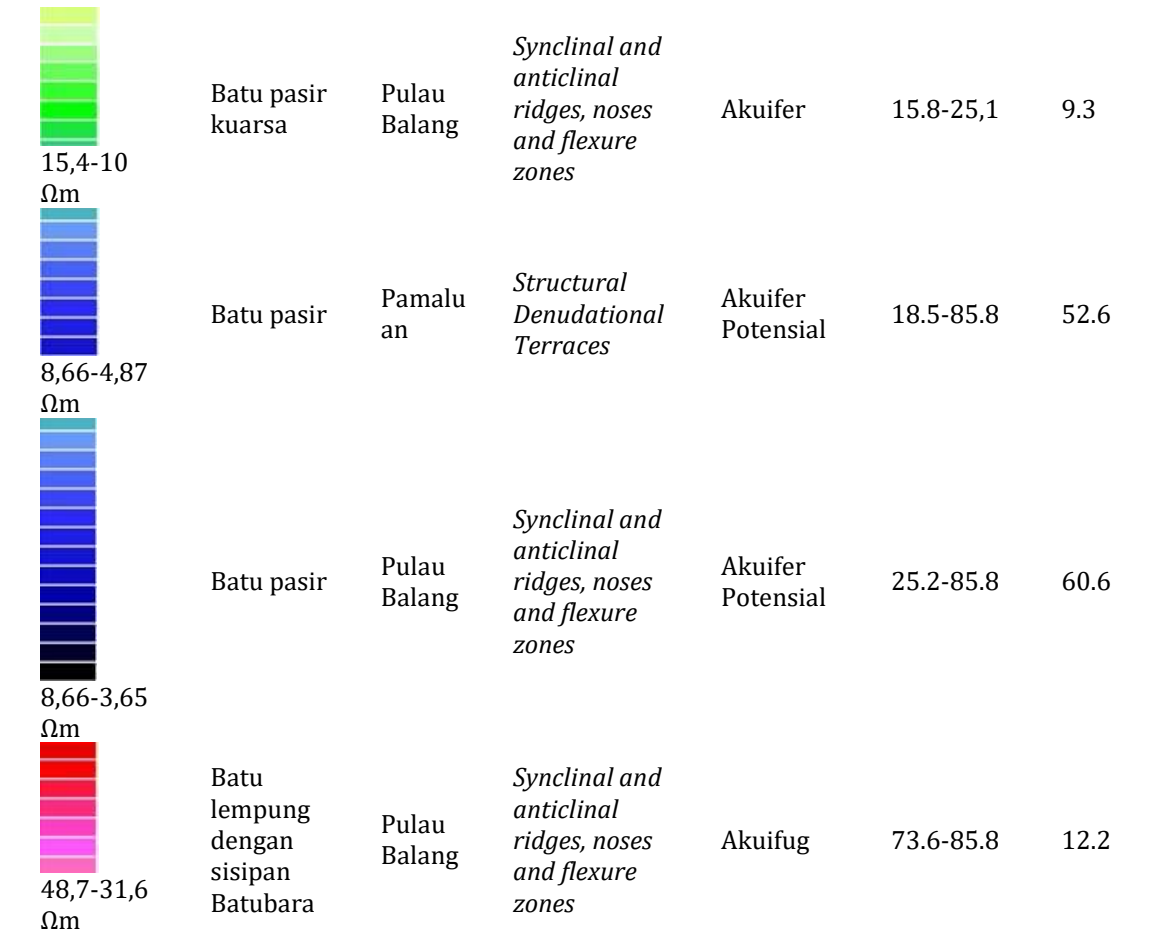
Penampang Melintang dua dimensi 5 titik survei geolistrik, terdiri dari: kedalaman susunan per lapisan batuan, nilai resistivitas batuan dan pendugaan jenis material lapisan batuan dan kenampakan lapisan batuan kawasan dataran Suko Mulyo yang disajikan dalam gambar 3 dan tabel 8.



Gambar 4. Penampang Melintang Lapisan Batuan Hasil Interpretasi Survei Geolistrik menggunakan IPI2Win

Tabel 8. Distribusi Lapisan Batuan Kawasan Dataran Suko Mulyo

Resistivitas Batuan	Pendugaan Material Batuan	Formasi Batuan	Satuan Geomorfologi	Pendugaan Lapisan Batuan	Kedalaman (m)	Ketebalan (m)
56,2-31,6- Ω m	Batu lempung	Pamalu an	<i>Structural Denudational Terraces</i>	Akuiklud	10-46.4	1.7 36.4
27,4-17,8 Ω m	Batu lempung	Balikpa pan	<i>Synclinal and anticlinal ridges, noses and flexure zones</i>	Akuiklud Akuitard	10-13	3
42,2-31,6 Ω m	Batu lempung	Balikpa pan	<i>Synclinal and anticlinal ridges, noses and flexure zones</i>	Akuiklud	11.7-34.1	22.4
27,4-11,5 Ω m	Batu gamping	Pamalu an	<i>Structural Denudational Terraces</i>	Akuifer	11-85	74



Sumber: Pengolahan data primer

Tabel 9. Distribusi Lapisan Akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo

Resistivitas Akuifer (Ωm)	Satuan Geomorfologi	Pendugaan Material Akuifer	Kedalaman (m)	Ketebalan per lapisan (m)	Total Ketebalan Akuifer	Lokasi
27.4-11.5	Structural Denudational Terraces	Batu gamping	11-85	74	74.8	Dusun 3, Desa Suko Mulyo
8.66-4.87		Batu pasir	25.1-85.8	64.3		
15.4-10	Synclinal and anticlinal ridges, noses and flexure zones	Batu pasir kuarsa	15.8-25.1	9.3	69.9	Dusun 1, Desa Suko Mulyo
8.66-3.65		Batu pasir	25.2-85.8	60.6		

Sumber: Pengolahan data primer

Kenampakan dan distribusi lapisan batuan yang telah tersaji pada gambar 4 dan tabel 8 serta proses pembentukan dan kondisi akuifer sebagai indikasi keterdapatannya air tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi geologi dan geomorfologi (Poetra, Adji, Santosa, & Khakhim, 2020). Gabungan keduanya mengendalikan kondisi litologi, genesis dan morfologi (Poetra, Adji, Santosa, & Khakhim, 2020). Berdasarkan klasifikasi satuan bentuk lahan Van Zuidam (1985) Kawasan dataran Suko Mulyo terdiri dari dua satuan geomorfologi, yakni *structural denudational terraces* dan *synclinal and anticlinal ridges*. Kedua satuan geomorfologi ini dipengaruhi oleh keberadaan Cekungan Kutai dan fisiografi berupa hasil proses bentuklahan

struktural, yaitu Antiklinorium Samarinda (Bemmelen, 1949; Supriatna, Sukardi, & Rustadi, 1995; Prihandono, Budhi, & Kusnida, 1999; Susiati, Kusuma, Hartono, & Sriyana, 2017; ; Yusuf, 2018). Berdasarkan Peta Geologi lembar Samarinda (1995) dan Peta Geologi Lembar Balikpapan (1994), Geologi daerah penelitian terbagi dalam tiga formasi, yakni Formasi Pamaluan (Tomp), Formasi Pulau Balang (Tmpb) dan Formasi Balikpapan. Ketiga formasi ini merupakan hasil pengendapan laut dalam, pengendapan daerah sublitoral dangkal dan daerah litoral laut dangkal (Widodo, Oschmann, Bechtel, Sachsenhofer, Anggayana, & Puettmann, 2010).

Kondisi geologi dan geomorfologi mempengaruhi pola persebaran batuan penyusun akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo bervariasi. Lapisan pertama batuan pada seluruh titik (G1-G5) adalah batu lempung dengan kisaran resistivitas 15 – 56.2 Ω m dan ketebalan lapisan yang beragam. Ketebalan batu lempung pada titik G1 adalah 1.7 meter dan mengarah ke timur mendekati daerah sinklin ketebalan mencapai 36.4 meter. Hal ini mengindikasikan bahwa pada titik ini sedimentasi kembali terangkat ke permukaan dan kemudian mengalami perlipatan sehingga terbentuk struktur sinklin pada formasi Pamaluan. Pendugaan lapisan pada kedalaman < 10 meter adalah alluvium yang menjadi lapisan tanah bagian atas.

Tabel 9 menunjukkan bahwa Keterdapatan lapisan akuifer pada satuan *structural denudational terraces* tersusun oleh batu gamping dan batu pasir. Akuifer ini termasuk akuifer tertekan yang potensial, dikarenakan tersusun oleh batu pasir dengan resistivitas berkisar 8.66 hingga 4.87 Ω meter. Akuifer ini memiliki ketebalan keseluruhan mencapai 74.8 meter dengan pendugaan air tanah akan mulai dijumpai pada kedalaman 11 meter hingga kedalaman 85 meter yang ditunjukkan oleh gradasi warna biru. Sementara keterdapatan lapisan akuifer pada satuan *Synclinal and anticlinal ridges, noses and flexure zones* terletak di lapisan batu pasir dibawah lapisan batu pasir kuarsa dengan resistivitas 15.4 hingga 3.65 Ω meter. Ketebalan akuifer mencapai 69.9 meter dengan pendugaan air tanah mulai dijumpai pada kedalaman 15.8 meter hingga 85 meter.

Titik G2 kemungkinan merupakan puncak sinklin, yang terlihat dari pola strata yang membentuk cekungan dengan sayap lipatan yang relatif terlihat jelas. Oleh karena itu, dapat diidentifikasi bahwa air tanah ditemukan di dua formasi geologi yang terkonsentrasi di titik G1 dan titik G3 hingga G4, air tanah berada pada lapisan akuifer tertekan dengan ketebalan berkisar 60 meter dan mulai ditemukan di kedalaman 18 meter dibawah permukaan tanah.

3.4. Karakteristik Akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo

Penentuan karakteristik akuifer memiliki tiga parameter penting, yakni 1) Ketebalan akuifer yang diukur dari *water table* hingga lapisan non akuifer, 2) Besaran daya lolos air atau permeabilitas lapisan yang merupakan kemampuan akuifer dalam meloloskan sejumlah air pada penampang 1 m² dan ditentukan berdasarkan tekstur dan struktur batuan dan 3) Hasil jenis atau *specific yield* yang merupakan kemampuan akuifer dalam menyimpan air secara alami. Besaran permeabilitas dan Hasil jenis ditaksir dari nilai standar berdasarkan konsep yang dikeluarkan oleh Todd (1980) dan Fetter (1994) sehingga dapat diketahui karakteristik akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo pada tabel 10.

Tabel 10. Karakteristik Akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo

Akuifer (Formasi Batuan dan Satuan Geomorfologi)	Posisi	Material Akuifer	Ketebalan (m)	Permeabilitas (m/hari)	Specific yield (%)
Akuifer Semi Tertekan (Formasi Pamaluan dan structural denudational terraces)	G1	Batu pasir sisipan batu gamping	74.8	0.94	1
Akuifer Tertekan (Formasi Pulau Balang dan Synclinal and anticlinal ridges, noses and flexure zones)	G3-G4	Batu pasir sisipan batu pasir kuarsa	69.9	3.1	27

Sumber: Pengolahan data primer

Berdasarkan hasil interpretasi dan analisis data geolistrik dan hasil observasi Pra Penelitian seperti yang tersaji di tabel 2, maka dapat diidentifikasi bahwa Kawasan Dataran Suko Mulyo memiliki dua potensi akuifer tertekan yang didasari oleh batu pasir dan dibatasi oleh batu lempung yang relatif kedap air. Variasi karakteristik akuifer dipengaruhi oleh perbedaan aspek penyusun akuifer, yakni geologi yang berkaitan dengan struktur dan proses pembentukan wilayah dan geomorfologi yang berkaitan dengan bentuk satuan lahan (Santosa, 2010). Hal ini berkaitan dengan permasalahan yang menjadi latar belakang penelitian ini dilakukan.

Berdasarkan hasil hidrostratigrafi yang telah tersaji pada Gambar 5 terdapat perbedaan pada dua akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo. Akuifer Tertekan pada satuan *structural denudational terraces* tergolong memiliki produktivitas rendah. Hal ini didasari dengan data sekunder dan hasil observasi pra survei, dikarenakan akuifer terbentuk dari morfologi dataran denudasional struktural. Erosi dan pengendapan yang terjadi pada satuan ini menyebabkan mayoritas lapisan adalah batu lempung. Batu lempung memiliki kemampuan meloloskan air yang rendah dan batuan sedimen ini berumur tua yang terendapkan di lingkungan laut dalam (Bemmelen, 1949; Supriatna, Sukardi, & Rustadi, 1995; Prihandono, Budhi, & Kusnida, 1999). Karakteristik inilah yang menjadi hasil akhir latar belakang permasalahan keterbatasan pada daerah ini dan merupakan penyebab terjadinya kegagalan pengeboran air. Air tanah pada satuan ini secara fisik berwarna keruh hingga berlumpur dan berasa asin berdasarkan hasil observasi dan penuturan masyarakat.

Akuifer tertekan satuan *Synclinal and anticlinal ridges, noses and flexure zones* memiliki karakteristik produktivitas akuifer sedang hingga tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh morfologi berupa perbukitan sinklinal yang dipengaruhi oleh Antiklinorium Samarinda. Produktivitas akuifer sedang hingga tinggi dikarenakan tipologi akuifer disusun oleh batu pasir kuarsa dan batu pasir yang memiliki daya lolos air cukup baik sehingga terbentuk lapisan akuifer yang baik (Kaltim, 2021). Hal ini selaras dengan fakta ketersediaan air tanah pada satuan geomorfologi ini yang melimpah dengan ditemukan banyaknya masyarakat yang memiliki

sumur bor pribadi dengan karakteristik fisik air yang baik serta mata air yang terbentuk akibat rekahan batuan.

Karakteristik Akuifer yang telah tersaji pada tabel 10 menunjukkan bahwa perbedaan formasi batuan dan satuan geomorfologi berpengaruh terhadap kondisi dan tipe akuifer. Oleh karena itu, survei geolistrik yang telah dilakukan diharapkan telah memberikan indikasi awal keterdapatan air tanah dan persebaran lapisan akuifer, sehingga dapat dijadikan acuan dalam penempatan sumur produksi dan sebagai acuan Pemerintah Desa Suko Mulyo dalam perencanaan air berdasarkan ketersediaan air berdasarkan kondisi geologi.

4. Simpulan

Lapisan batuan Kawasan Dataran Suko Mulyo berdasarkan pemodelan hasil survei geolistrik terdiri dari Lapisan batu lempung, batu gamping, batu pasir kuarsa dan batu lempung dengan sisipan batubara dengan rentangan resistivitas sebesar 56.2 hingga 3.65 Ω m serta kedalaman batuan mulai dari 10 meter hingga 85.8 meter. Hal ini selaras dengan hasil survei penelitian, serta Peta Geologi Lembar Balikpapan dan Samarinda yang menunjukkan, endapan permukaan kawasan Dataran Sukomulyo berupa batu lempung serpih sisipan dengan napal, batu gamping dan batu pasir. Batu Lempung serpih dijumpai sebagai bagian *top soil* dengan kedalaman berkisar 1 hingga 10 meter yang dijumpai pada singkapan batuan sekitaran lokasi geolistrik. Keberadaan Akuifer Kawasan Dataran Suko Mulyo terletak pada titik pengukuran G1 dengan ketebalan akuifer 74.8 meter dan G3-G5 dengan ketebalan akuifer 69.9 meter, hal ini disebabkan oleh kondisi geologi yang dipengaruhi oleh pembentukan batuan sedimen hasil pengendapan dan geomorfologi yang dipengaruhi oleh Antiklinorium Samarinda dan Cekungan Kutai. Kondisi tersebut mempengaruhi persebaran akuifer yang terletak pada daerah lembah di antara perbukitan dengan ketebalan mencapai 60 meter. Secara umum, kondisi lapisan akuifer daerah penelitian diklasifikasikan sebagai indikasi awal ketersediaan air tanah secara geologi.

Daftar Rujukan

- Amijaya, D. H., & Harijoko, A. Karakteristik Batubara Formasi Pulaubalang Dan Balikpapan Cekungan Kutai Bawah, Kalimantan Timur. *Jurnal GEOSAPTA*, 5(1), 57-66.
- Arifiyanto, B., & Adji, T. N. (2015). Karakteristik dan Potensi Akuifer Bebas di Cekungan Air Tanah (Cat) Wates, Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Bumi Indonesia*, 4(4).
- Arip, M., Arif, J., & Andi, N. M. (2019, November). Analisis akuifer anggota batu gamping Lam Kabeu-Pidie dengan metode porositas sekunder. In *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Sosial, Lingkungan Dan Tata Ruang (SEMNAS ISLT) Manajemen Bencana di Era Revolusi Industri 5.0*.
- Bachtiar, A. (2021). *Aspek Geologi Daerah Calon Ibukota Negara (IKN)*.
- Bemmelen, R. V. (1967). The Geology of Indonesia. Volume 1A. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes. *The Hague: Government Printing Office*.
- Darsono, D., & Darmanto, D. (2019). Identifikasi Keberadaan Lapisan Akuifer Tertekan (Confined Aquifer) Berdasarkan Data Geolistrik (Studi Kasus: Desa Sambirejo Kecamatan Plupuh Kabupaten Sragen). *Indonesian Journal of Applied Physics*, 9(01), 46-53.
- Dwiantoro, M. (2019). Litotipe, Petrografi, dan Komposisi Kimia Batubara Formasi Pulubalang dan Balikpapan sebagai Data Pendukung Potensi Hidrokarbon, Cekungan Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 6(1).
- ESDM. (2021). *Litologi Akuifer*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- ESDM. (2021). *Produktivitas Akuifer*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Fitranatanegara, M., & Adji, T. N. (2016). Hidrostratigrafi Akuifer dengan Metode Geolistrik di Sebagian Wilayah Kepesisiran Keburuhan, Kabupaten Purworejo. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(2).

- Gorsel, J. V. (2018). *Bibliography of the Geology of Indonesia and Surrounding Areas Ed 7.0*. www.vangorselslist.com.
- Hanifa, D., Sota, I., & Siregar, S. S. (2016). Penentuan lapisan akuifer air tanah dengan metode geolistrik konfigurasi schlumberger di desa Sungai Jati Kecamatan Mataraman Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 13(1), 30-39.
- Herlambang, A., & Said, N. I. (2020). Potensi Sumberdaya Air Prioritas untuk Sumber Penyediaan Air Baku Penyediaan Air Minum untuk Calon Ibu Kota negara (IKN) di Penajam, Kalimantan Timur. *Jurnal Air Indonesia*, 12(1), 2020.
- Hidayat, S., & Umar, I. (1994). *Peta Geologi Lembar Balikpapan, Kalimantan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*. Bandung.
- HP, F. H., Prihandono, J., Budhi, A. S., & Kusnida, D. (1999). *Studi Regional Cekungan Batubara Daerah Pesisir Kalimantan Timur*. Pemaparan Hasil Kegiatan Lapangan DIK-S Batubara, DSM 1999.
- Hurriyah, H., & Jannah, R. (2017). Analisis Struktur Lapisan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik (Studi Kasus Pada Kampus III Iain Imam Bonjol Padang Di Sungai Bangek Kecamatan Koto Tangah). *Jurnal Spasial: Penelitian, Terapan Ilmu Geografi, dan Pendidikan Geografi*, 2(2).
- Kristanto, W. A. D., Astuti, F. A., Nugroho, N. E., & Febriyanti, S. V. (2020). Sebaran Daerah Sulit Airtanah Berdasarkan Kondisi Geologi Daerah Perbukitan Kecamatan Prambanan, Sleman, Yogyakarta. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 12(1), 68-83.
- Kaltim, P. (2021). *Informasi Pelayanan Publik: Identifikasi Potensi Air tanah Lingkup CAT Loa Haur di Kabupaten Penajam Paser Utara*. Samarinda: Dinas Komunikasi dan Informatika Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur.
- Makatita, W. D., Pratiknyo, P., & Nugroho, A. R. (2014). Geologi dan Karakteristik Akuifer Daerah Mutiara, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Pangea*, 1(2).
- Masitoh, F., Rusydi, A. N., & Pratama, I. D. (2021). Pendekatan Hidrogeomorfologi dan Pendugaan Geolistrik untuk Identifikasi Potensi Air tanah di Jedong Malang. *Jambura Geoscience Review*, 3(2).
- Muhardi, M., Perdhana, R., & Nasharuddin, N. (2019). Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus: Desa Clapar Kabupaten Banjarnegara). *Prisma Fisika*, 7(3), 331-336.
- Nalendra Jati, S. (2014). *Kendali Geologi terhadap Geometri Lapisan Batubara di Antiklinorium Samarinda* (Doctoral dissertation, UPN Veteran Yogyakarta).
- Nugraha, G. U., Nur, A. A., & Pranantya, P. A. (2016). Lapisan Berpotensi Akuifer Berdasarkan Analisis Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Kertajati, Majalengka. In *Prosiding Seminar Nasional ke-III "Peran Geologi dalam Pengembangan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Kebencanaan* (Vol. 28).
- Naryanto, H. S. R. I., Khaerani, P., Trisnafiah, S., Shomim, A. F., & Tejakusuma, I. G. (2020). Identifikasi Potensi Airtanah untuk Kebutuhan Penyediaan Air Bersih dengan Metode Geolistrik: Studi Kasus di Kawasan Geotech, Puspipetek Serpong Groundwater Identification for Clean Water Needs Using Geoelectrical Method in Geotech Building Area, Pusp. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 21(2), 204-212.
- Okviyani, N. (2020). Identifikasi air tanah dengan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger Kelurahan Taroda, Maros. *J-Move: Jurnal Teknik Mesin*, 2(1), 19-24.
- Ott, H. L. (1987). The Kutei Basin—A Unique Structural History. *Proceeding of the Indonesia Petroleum Association, 16th Annual Convention*.
- Poetra, R. P., Adji, T. N., Santosa, L. W., & Khakhim, N. (2020). <https://link.springer.com/article/10.1007/s10498-020-09384-w>.
- PPU, PEMDA. (2014). *Rencana Program Investasi Infrastruktur Jangka Menengah tahun 2014-2018 Kabupaten Penajam Paser Utara*.
- PPU, PEMDA. (2019). *RPJMD Penajam Paser Utara Tahun 2018-2023*.
- Pratiwi, N., & Hizbaron, D. R. (2016). Kajian Ketersediaan Airtanah terhadap Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik di Kecamatan Bogor Timur. *Jurnal Bumi Indonesia*, 5(4).
- Santosa, L. W. (2001). Hidrostratigrafi Dan Fddroicinha Airtanah Di Sekitar Rowo Jombor Kecamatan Bayat-Klaten. *Majalah Geografi Indonesia*, 15(2001).

- Santosa, L. W. (2010). Kajian Evolusi Airtanah Bebas Sebagai Bukti Kunci Prinsip Dasar Uniformitarianisme Dalam Geomorfologi di Wilayah Kepesisiran Kabupaten Kulonprogo. Laporan Akhir Penelitian Disertasi Doktor. *Laporan Akhir Penelitian Disertasi Doktor*.
- Santosa, L. W., & Adji, T. N. (2014). *Karakteristik Akuifer dan Potensi Air tanah Graben Bantul*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Santoso, L. W., & Adji, T. N. (2016). *Semantic Scholar*. semanticscholar.org.
- Setiono, D., Pudjihardjo, H., & Hidajat, W. K. (2014). Penyelidikan Zona Akuifer Menggunakan Geolistrik Metode Schlumberger Di Sekitar Pantai Utara Kecamatan Kramat, Suradadi Dan Warureja Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. *Geological Engineering E-Journal*, 6(2), 442-457.
- Stevanus, N. J. (2014). *Kendali Geologi Terhadap Geometri Lapisan Batubara di Antiklinorium Samarinda*.
- Supriatna, S., Sukardi, R., & Rustadi, E. (1995). *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Suryadi, Y., Efendi, R., & Sandra, S. (2015). Identifikasi Struktur Perlapisan Bawah Permukaan dan Sebaran Temperatur Daerah Panasbumi Desa Mantikole. *Gravitasi*, 14(1).
- Susiati, H., Kusuma, H. D., Hartono, H. G., & Sriyana, S. (2018). Identifikasi Geologi Lingkungan Pada Evaluasi Tapak Fasilitas Nuklir BNI-STP, Penajam Paser Utara. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 19(2), 69-79.
- Todd, D. K., & Mays, L. W. (2005). *Groundwater Hydrology: Third Edition*. United States: Hamilton Printing.
- Uligawati, G. W., & Fatimah, F. (2020). Identifikasi Akuifer dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Daerah Ponjong, Gunung Kidul. *Geoda*, 1(1), 1-7.
- Umar, H., & Ikhwan, C. (2018, January). Dinamika Sedimentasi dan Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Litofasies Daerah Air Putih, Kecamatan Samarinda Ulu, Kota Samarinda. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Inovasi dan Aplikasi di Lingkungan Tropis* (Vol. 1, No. 1, pp. 52-59).
- Wicaksono, A. R., Putranto, T. T., & Setyawan, R. (2019). Pemodelan Hidrogeologi Cekungan Airtanah Samarinda-Bontang Segmen Penajam Dalam Upaya Konservasi Airtanah Berbasis Cekungan, Kabupaten Penajam Paser Utara, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 2(1), 13-23.
- Widodo, S., Oschmann, W., Bechtel, A., Sachsenhofer, R. F., Anggayana, K., & Puettmann, W. (2010). Distribution of sulfur and pyrite in coal seams from Kutai Basin (East Kalimantan, Indonesia): Implications for paleoenvironmental conditions. *International Journal of Coal Geology*, 81(3), 151-162.
- Yusuf, A. C. (2018). *Geofisika: Analisa Sekatan Sesar diantara Lapangan "AC" dan "YH" Cekungan Kutai, Kalimantan Timur*. digilib.unhas.ac.id.
- Zakaria, M. F., & Suyanto, I. (2020). Identifikasi Akuifer Air Tanah di Desa Senawang, Kecamatan Orong Telu, Kabupaten Sumbawa Menggunakan Metode Geolistrik Schlumberger. *Jurnal Fisika*, 10(1), 44-49.
- Zakaria, M. F. (2019). Identifikasi Akuifer Air Tanah Dalam Menggunakan Metode Geolistrik Schlumberger di Desa Wedomartani, Kabupaten Sleman. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*, 3(1), 20-25.
- Zuidam, R. V. (1986). *Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping* (No. C 25102). Smits Publishers.