

Identification of Aquifer Potential with the Schlumberger Configuration Resistivity Geoelectrical Method and Planning of Deep Water Wells for Clean Water Needs in the Sampang Region, Madura Island, East Java

Muhammad Bisma Pamungkas^{1*}, Sukir Maryanto², Fajar Rakhmanto³

^{1,2}Universitas Brawijaya, ³PT. Geomedia Sinergi

Corresponding Author: Muhammad Bisma Pamungkas ub.bismamp@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: Water, Geophysical Methods, Resistivity Geoelectrical Methods, Schlumberger Configuration

Received : 7 February

Revised : 22 February

Accepted: 22 March

©2023 Pamungkas, Maryanto, Rakhmanto: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

Water is an inexhaustible resource on earth and a renewable source of energy. The raw water consumed by the people of Sampang is very limited. Based on the contour of the land, raw water can be processed into drinking water or clean water through piping and a gravity system. However, people's homes are far away, so the construction of these facilities is expensive. This research is beneficial for the government or the local community. This study uses geophysical methods that can see the earth's surface, one of which is the Schlumberger configuration resistivity geoelectric method with 7 measurement points. The lithology of the rocks in the study area includes: topsoil, claystone, claystone, sandy claystone, conglomerate rock, limestone, sandy limestone, marl, sandstone, clay sandstone. After doing detailed calculations, the results of the recapitulation of the total costs at the research location are around Rp. 250,600,00.00. Up to Rp. 287,147,000.00

Identifikasi Potensi Akuifer dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger dan Perencanaan Sumur Air dalam untuk Kebutuhan Air Bersih di Wilayah Sampang, Pulau Madura, Jawa Timur

Muhammad Bisma Pamungkas^{1*}, Sukir Maryanto², Fajar Rakhmanto³

^{1,2}Universitas Brawijaya, ³PT. Geomedia Sinergi

Corresponding Author: Muhammad Bisma Pamungkas ub.bismamp@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Air, Metode Geofisika, Metode Geolistrik Resistivitas, Konfigurasi Schlumberger

Received : 7 February

Revised : 22 February

Accepted: 22 March

©2023 Pamungkas, Maryanto, Rakhmanto: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Air merupakan sumber daya yang tidak ada habisnya di bumi dan sumber energi terbarukan. Air baku yang dikonsumsi masyarakat Sampang sangat terbatas. Berdasarkan kontur tanah, air baku dapat diolah menjadi air minum ataupun air bersih melalui perpipaan dan sistem gravitasi. Namun, rumah penduduk berada jauh, sehingga pembangunan fasilitas ini mahal. Penelitian ini, bermanfaat bagi pemerintah atau masyarakat setempat. Penelitian ini menggunakan metode geofisika yang dapat melihat permukaan bumi, salah satunya metode geolistrik resistivitas konfigurasi schlumberger dengan 7 titik pengukuran. Litologi batuan di daerah penelitian meliputi: lapisan tanah atas, batulempung, batulempung-gampingan, batulempung pasiran, batuan konglomerat, batugamping, batugamping pasiran, napal, batupasir, batupasiran lempung. Setelah dilakukan perhitungan secara detail, hasil rekapan jumlah biaya di lokasi penelitian adalah sekitar Rp. 250.600.00,00. Sampai Rp. 287.147.000,00

PENDAHULUAN

Metode geolistrik resistivitas merupakan salah satu metode dari geofisika yang aktif, metode ini memanfaatkan arus listrik dari atas permukaan bumi dengan menginjeksikan arus ke bawah permukaan bumi yang homogen sehingga mendapatkan nilai resistivitas semu batuan. Metode ini mampu mendeteksi kedalaman bumi hingga sekitar 300-500m dari permukaan bumi. Metode ini juga berguna untuk keperluan seperti pencarian lapisan akuifer, bidang kemiringan (slope), kedalaman batuan, litologi bawah permukaan dan lain-lain (Santoso, 2002).

Potensi sumber daya air bukan lagi sumber yang bebas untuk dieksploitasi tetapi dalam penerapkannya eksploitasi sumber daya air harus tetap menjaga kelestarian dan daya dukung bagi makhluk hidup di sekitar. Pengembangan sumber daya air untuk menunjang akan kebutuhan pertanian sudah dilaksanakan secara optimal dalam kurun waktu yang cukup lama. Di wilayah Sampang rata-rata mata pencaharian masyarakat memanfaatkan air sebagai kebutuhan akan ladang pertanian.

Air merupakan sumber daya yang tidak akan habis di bumi, oleh karena itu air bisa disebut sebagai sumber energi terbarukan. Kondisi air baku yang digunakan masyarakat Sampang sangat terbatas, di lihat dari kontur tanah daerah tersebut, air baku dapat diolah menjadi air minum atau sumber air bersih melalui sistem perpipaan dan gravitasi, namun jarak yang jauh membutuhkan biaya tinggi untuk membangun fasilitas tersebut.

Hingga saat ini, kebutuhan air untuk perumahan dan industri maupun masyarakat sekitar sangat besar, sehingga pasokan air juga dibutuhkan dalam jumlah besar. Sebagian besar kebutuhan tersebut diharapkan dapat dipenuhi dari sumber air bawah tanah melalui pengeboran. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik, maka perlu dilakukan survei pendugaan geolistrik di lokasi penelitian untuk mendukung perencanaan pengembangan sumur bor.

Tujuan dari survei pendugaan geolistrik adalah untuk mengetahui ada tidaknya suatu formasi batuan sebagai akuifer, sehingga akan membantu perencanaan pemboran nantinya. Oleh karena itu, penulis berharap penelitian ini dapat menjadi salah satu solusi penyediaan air yang layak konsumsi bagi kebutuhan masyarakat disekitar daerah penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Metode Geolistrik

Konsep dasar dari metode geolistrik yaitu hukum ohm yang pertama kali dikemukakan oleh George Simon Ohm di tahun 1827. Menurutnya arus listrik I (*Ampere*) dalam kawat konduksi sebanding terhadap perbedaan potensial V (*Volt*) di atasnya. Jika dituliskan persamaannya akan seperti:

$$V = IR \text{ atau } R = \frac{V}{I}$$

Dimana R ialah resistansi dari suatu konduktor dan satuannya dalam bentuk *ohm* (Ω). Kebalikan dari resistansi itu konduksi dengan satuannya yaitu *mohm/siemens* (S) (Lowrie, 2007).

Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi *Schlumberger*

Jika kondisi bawah tanah tidak homogen maka nilai resistivitas yang diukur adalah resistivitas semu. Hasil pengukuran akan menjadi nilai resistivitas semu sepanjang AB, dimana sesuai dengan kedalaman penetrasi yang dibutuhkan disini adalah 75-150 meter, sehingga perpanjangan AB/2 harus mencapai 300-500 meter (BPSDM Kementerian PUPR, 2017).

Keuntungan dari susunan konfigurasi *Schlumberger* adalah lebih sedikit elektroda yang perlu dipindahkan pada jarak pengukuran, dan panjang kabel untuk elektroda potensial lebih pendek. Survei metode geolistrik untuk konfigurasi *Schlumberger* umumnya memiliki resolusi yang lebih baik, lalu kepastian kedalaman yang lebih dalam, dan persebaran susunan elektroda yang lebih cepat daripada konfigurasi *Wenner* (BPSDM Kementerian PUPR, 2017).

Sumur Air dalam Airtanah

Airtanah adalah air yang menempati rongga-rongga formasi dalam jumlah yang cukup (sama dengan akuifer) dalam keadaan jenuh. Airtanah merupakan salah satu sumber air yang diperlukan bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan dan ekstraksi airtanah telah dilakukan dengan teknologi canggih. Salah satunya dengan menggali sumur lebih dalam dari 50 - 20meter dan memasang pompa turbin untuk memompa airtanah (Bisri, 2012).

Kebutuhan Air

Kebutuhan air terbagi dari dua bagian, yaitu:

1. Kebutuhan Domestik

Kebutuhan domestik adalah kebutuhan penduduk yang membutuhkan air bersih untuk kepentingan kehidupan sehari-hari.

2. Kebutuhan air bukan domestik

Kebutuhan air bukan domestik adalah kebutuhan air bersih untuk sarana dan prasarana di wilayah yang diidentifikasi atau direncanakan ada berdasarkan rencana tata ruang (Hamid, L.A., dkk., 2014).

Kehilangan Air

Kehilangan air biasanya disebabkan oleh kebocoran pada pipa transmisi dan distribusi serta kesalahan pembacaan meter. Penentuan kehilangan/kehilangan air dilakukan dengan mempertimbangkan kehilangan air pada jaringan eksisting, sehingga jumlah persentasenya dapat dikalikan dengan kebutuhan rata-rata. Kebutuhan rata-rata adalah jumlah kebutuhan domestik dan non-domestik (Hamid, L.A., dkk., 2014).

Perhitungan Kapasitas Aliran Air

Berdasarkan acuan SNI_19-6728.1-2002 tentang penyusunan neraca sumber daya – Bagian: Sumber daya air spasial, maka cara perhitungan total kapasitas aliran dapat dihitung berdasarkan standar kebutuhan air per orang per hari (Badan Standardisasi Nasional., 2002).

Sambungan Rumah (SR)

Sambungan rumah adalah sambungan pipa yang dimulai dengan saluran pipa distribusi yang disalurkan ke rumah. Perpipaian dalam sambungan rumah hanya menyediakan sambungan pipa ke depan rumah dengan *clamb saddle*, meteran air, stop kran, plug kran, dan katup satu arah. Dalam pemasangan yang berada di dalam rumah merupakan tanggung jawab dari pemilik rumah (PAMSIMAS, 2020).

Standar Pemenuhan Air Bersih

Berdasarkan ketentuan SK Nomor 66 tentang Kesehatan Lingkungan Tahun 2014, kualitas lingkungan yang sehat ditentukan oleh tercapainya atau tercapainya baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan. Air merupakan salah satu media lingkungan yang harus ditentukan oleh standar kualitas lingkungan dan kesehatan serta persyaratan kesehatan (MENKES RI, 2017).

Perencanaan Water Deep Weell

Beberapa hal atau langkah yang perlu diperhatikan dalam perencanaan sumur air dalam:

- 1) Diameter sumur.
- 2) Kedalaman sumur.

Kedalaman sumur dapat ditentukan dengan:

1. Besar akuifer yang akan dikembangkan dan potensinya.
2. Menentukan jenis akuifer (terkompresi atau tidak terkompresi) berdasarkan data rekaman pengeboran.
3. Besarnya emisi dari rencana operasi juga menentukan kedalaman sumur.

- 3) Penggunaan *Screen*.

- 4) Kantong kerikil (*Gravel Pack*)

Material berupa kerikil ditempatkan pada ruang annular di sekitar screen, yang dapat digunakan sebagai filter untuk mencegah material batuan di

akuifer masuk ke dalam sumur dan terpompa. *Gravel packing* juga berfungsi untuk menstabilkan lubang bor agar tidak runtuh.

5) Pengembangan (*Development*)

Metode dalam proses pengembangannya, yang paling umum digunakan adalah metode *Air Jetting*, yang menggunakan kompresor untuk meniupkan udara bertekanan tinggi ke permukaan filter sumur.

6) *Grouting*

Lapisan bawah tanah (berupa lapisan semen) yang berfungsi untuk mempertahankan pemboran, mencegah air permukaan atau airtanah masuk ke dalam pemboran secara tidak sengaja, dan memperkuat konstruksi sumur di dekat permukaan.

(BPSDM Kementerian PUPR, 2017).

Jenis-Jenis Reservoir/Menara Air

Jenis reservoir dapat dikategorikan berdasarkan bentuk, fungsi, dan ketinggian reservoir. Hal ini terkait dengan permukaan tanah di sekitarnya dan bahan bangunan. Jenis-jenis reservoir dapat dikategorikan sebagai berikut:

1. Reservoir Permukaan (*Ground Reservoir*)

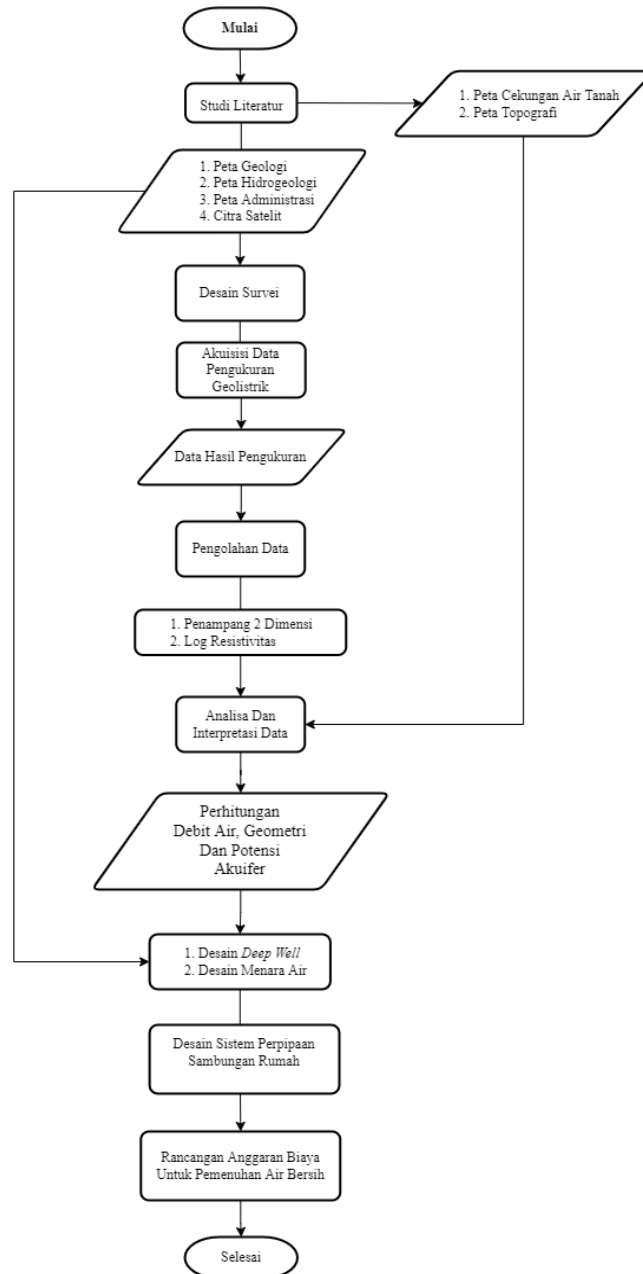
Reservoir permukaan adalah reservoir yang sebagian besar atau seluruh resevoirnya berada di bawah permukaan.

2. Reservoir Menara (*Elevated Reservoir*)

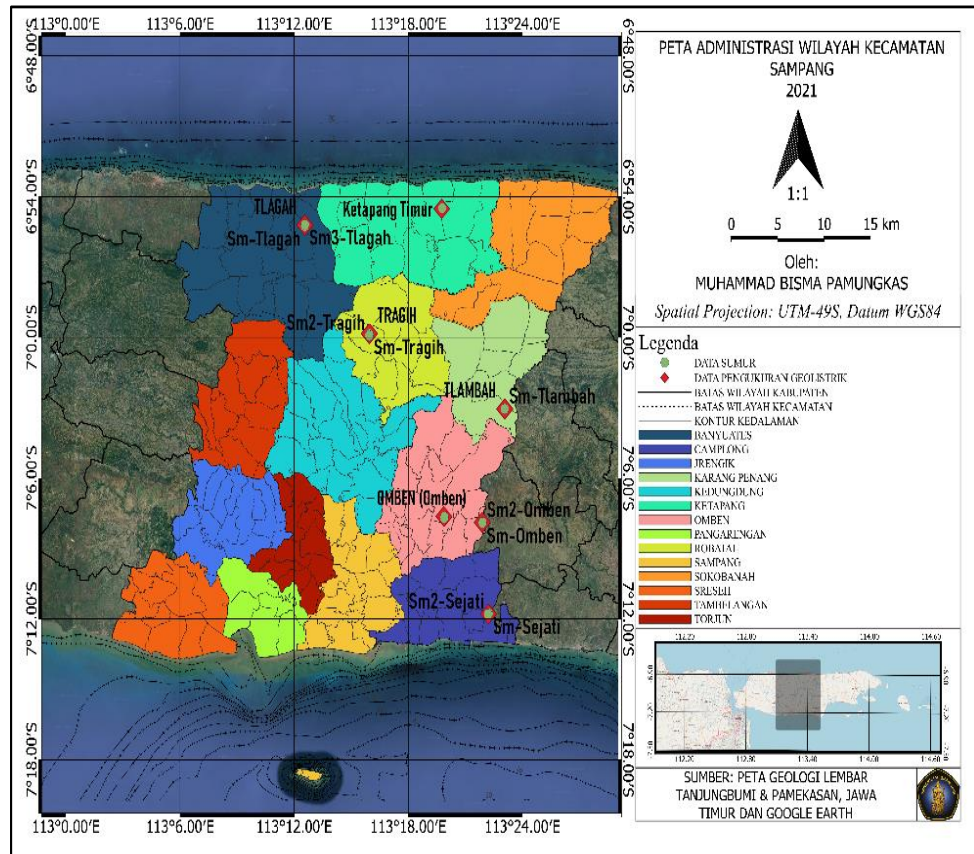
Reservoir menara adalah resevoir yang sebagian besar seluruh penampungannya terletak lebih tinggi dari permukaan tanah.

(BPSDM Kementerian PUPR, 2018).

METODOLOGI



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Peta Administrasi di Daerah Penelitian

Secara garis besar penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. pendekatan kuantitatif mengarah pada pengumpulan data dan pengolahan data di daerah penelitian, sedangkan pendekatan kualitatif, yaitu interpretasi data yang diperoleh dengan hasil yang mengarah pada perencanaan, mulai dari pemboran sumur hingga biaya pelaksanaan.

Penelitian ini dilakukan secara dua waktu, dimana pengambilan data primernya atau akuisisi data dilaksanakan pada tanggal 24 Agustus 2021 dan data sekunder beserta pengolahan hingga menjadi karya tulis dimulai pada tanggal 20 September 2021. Penelitian ini dilaksanakan di wilayah Kabupaten Sampang, Pulau Madura, Jawa Timur. Adapun titik pengukuran geolistrik (Gambar 2.) terdapat pada 7 lokasi yaitu:

- 1) Kecamatan Camplong: Desa Sejati.
- 2) Kecamatan Ketapang: Desa Ketapang Timur.
- 3) Kecamatan Omben: Desa Madulang, Desa Omben, Desa Tlambah.
- 4) Kecamatan Banyuates: Desa Tlagah.
- 5) Kecamatan Robatal: Desa Tragih.

1. Studi Pendahuluan

Sebelum memulai penelitian dilakukan pemahaman materi terlebih dahulu dan kondisi lingkungan daerah penelitian, seperti melihat peta hidrogeologi, peta cekungan air tanah, peta geologi dan citra satelit. Studi ini

diperlukan agar saat melakukan akuisisi data sesuai dengan waktu susunan rencana di desain survei dan memilih titik pengambilan data sesuai tujuan yang ingin dicari.

2. Pengumpulan Data

Data-data yang diperoleh dari penelitian ini ada data primer dan sekunder. Data primer dapat diperoleh dari hasil pengambilan data langsung di daerah penelitan dan melakukan proses serangkaian secara langsung. Lalu, untuk data sekunder hanya diperlukan data geologi dan hidrogeologi lokasi penelitian.

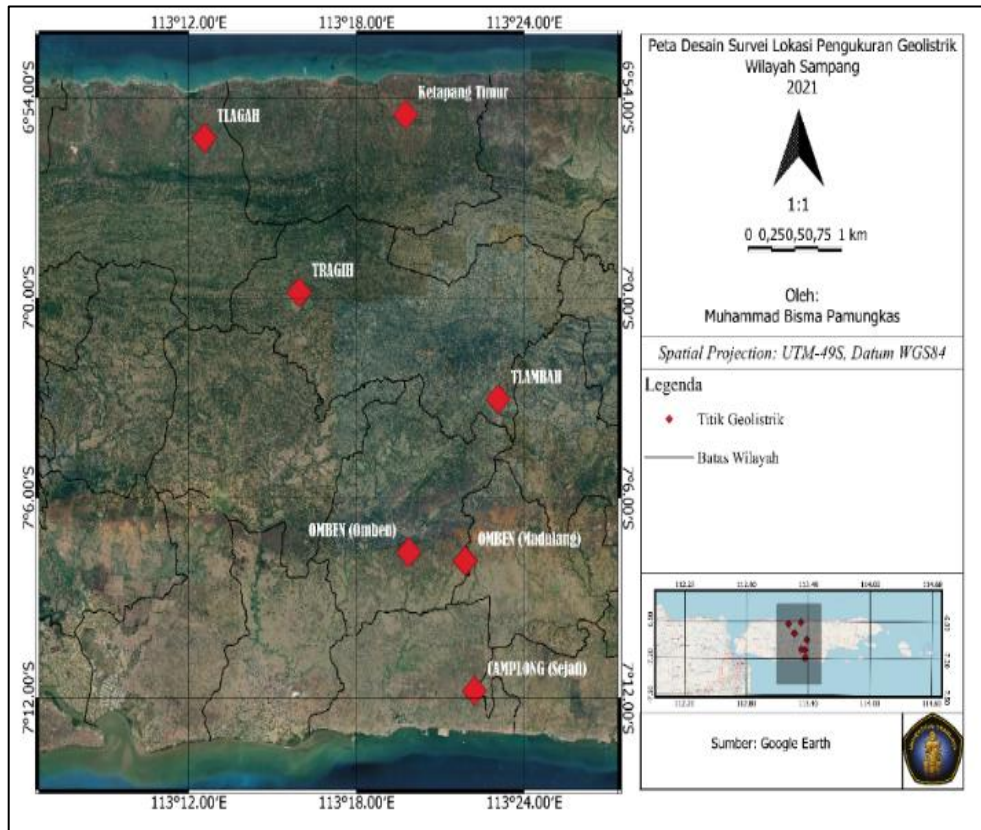
Tabel 1. Koordinat Lokasi Pengukuran Geolistrik

Koordinat Lokasi Pengukuran Geolistrik		
Lokasi	Longitude	Latitude
Desa Sejati, Kec. Camplong	113.3703349	-7.19646
Desa Ketapang Timur, Kec. Ketapang	113.3293007	-6.90866
Desa Madulang, Kec. Omben	113.364.813	-7.13161
Desa Omben, Kec. Omben	113.3312401	-7.12724
Desa Tlagah, Kec. Omben	113.2094749	-6.92027
Desa Tlambah, Kec. Banyuates	113.3844809	-7.05076
Desa Tragih, Kec. Robatal	113.2658928	-6.99748

Tabel 2. Koordinat Data Sumur

Koordinat Data Sumur		
Lokasi	Longitude	Latitude
Sm-Sejati	113.3705227	-7.19614
Sm-Ketapangtimur	113.3298157	-6.90814
Sm-Madulang	113.3649303	-7.13152
Sm-Omben	113.3313721	-7.12815
Sm-Tlagah	113.2093935	-6.92064
Sm-Tlambah	113.384463	-7.05077
Sm-Tragih	113.26588	-6.99767
Sm2-Sejati	113.3698965	-7.19659
Sm2-Madulang	113.3651029	-7.13168
Sm2-Omben	113.3317293	-7.12759
Sm2-Tlagah	113.209348	-6.92095
Sm2-Tragih	113.2657666	-6.99859
Sm3-Tlagah	113.2095062	-6.91985

3. Akuisisi data



Gambar 3. Peta Desain Survei Lokasi Pengukuran Geolistrik

Pada gambar 3. terlihat pengambilan lokasi titik pengukuran berjumlah 7 titik dan diambil dengan pertimbangan lokasi yang benar-bener membutuhkan air bersih, lalu berdasarkan peta tersebut bisa juga dengan membandingkan daerah mana yang banyak akuifer. Lokasi tersebut ada Kecamatan (Desa) antara lain: (Camplong (Sejati), Ketapang (Ketapang Timur), Omben (Madulang), Omben (Omben), Omben (Tlambah), Banyuates (Tlagah), Robatal (Tragih)). Akuisisi ini menggunakan metode VES konfigurasi *Schlumberger* dengan bentangan 250m untuk mencapai perkiraan kedalaman akuifer di daerah penelitian.

Peralatan dan bahan yang digunakan meliputi: 4 buah elektroda, 1 unit alat resistivitymeter, 4 buah palu, alat tulis beserta logsheet pengukuran, 4 buah HT, 4 buah kabel roll, 1 buah meteran.

1. Pengolahan Data

Pengolahan data pengukuran geolistrik dilakukan dengan menggunakan software geolistrik. Hasil pengukuran digambarkan dengan sumbu horizontal (x) berupa kedalaman yang terekam dan sumbu vertikal (y) sebagai resistivitas semu (ρ_a). Langkah pemrosesan dilakukan untuk mendapatkan nilai resistansi yang sebenarnya (ρ). Nilai tahanan bawah tanah yang diperoleh dikorelasikan pada setiap titik pengukuran untuk mendapatkan penampang bawah tanah.

Tabel 3. Data Hasil Akuisisi di Desa Sejati, Kecamatan Camplong

DATA AKUISISI GEOLISTRIK 1 DIMENSI (VES)							
Titik	TITIK-19			Tim Leader	FAJAR RAKHMANTO		
Koordinat	133.703.349 E / -7.196.462.592 S			Operator	ILHAM		
Ketinggian	-			Crew	BISMA, NICO, TONI, KIKI		
Waktu	13.00			Lokasi	CAMPLONG-7 (SEJATI)		
Cuaca	Cerah Berawan						
AB/2 (m)	MN (m)	MN/2 (m)	k (m)	V mili Volt	I mili Ampere	R Ohm	Rho App Ohm Meter
5	4	2	16.485	313.7	739	0.4245	7.00
10	4	2	75.36	45.2	516	0.0876	6.60
15	4	2	173.49	13.5	398.6	0.0339	5.88
20	4	2	310.86	7.4	377.9	0.0196	6.09
20	10	5	117.75	14.1	377.5	0.0374	4.40
25	10	5	188.4	11	402	0.0274	5.16
30	10	5	274.75	10.9	672	0.0162	4.46
40	10	5	494.55	9.4	757	0.0124	6.14
40	20	10	235.5	11.2	756	0.0148	3.49
50	20	10	376.8	10.1	588	0.0172	6.47
60	20	10	549.5	6.8	442	0.0154	8.45
70	20	10	753.6	6.9	530	0.0130	9.81
80	40	20	471	6.7	602	0.0111	5.24
100	40	20	753.6	6.3	716	0.0088	6.63
100	40	20	753.6	12.7	716	0.0177	13.37
120	40	20	1099	4.5	294.1	0.0153	16.82
140	40	20	1507.2	4.5	349.8	0.0129	19.39
160	40	20	1978.2	3.8	305.7	0.0124	24.59
180	40	20	2512	2.5	256.7	0.0097	24.46
200	40	20	3108.6	3	291.7	0.0103	31.97

Pengolahan Data dengan IP2WIN

Hasil pengukuran di lapangan berupa nilai beda potensial (V), arus (I), jarak bentangan elektroda arus (AB), dan jarak bentangan elektroda tegangan (MN). *Microsoft Excel* digunakan sebagai media database dari data-data pengukuran metode geolistrik resistivitas. Selanjutnya, nilai dari data tersebut akan lebih mudah dipindahkan pada perangkat lunak *IP2WIN*.

IPI2WIN adalah perangkat lunak sederhana yang khusus dimanfaatkan sebagai teknik pengolahan data geolistrik resistivitas mode *sounding*. Dilihat dari prinsipnya, proses pengolahan data serupa dengan *curve matching* namun dilakukan secara komputerisasi. Nilai AB/2, MN, V, dan I dimasukkan pada program *IPI2WIN* hingga nilai resistivitas semu (ρ_a) dihitung secara otomatis. Setelah nilai resistivitas semu (ρ_a) muncul maka secara otomatis akan diplot pada grafik logaritmik pada layar disebelah kanan. Tahap berikutnya OK dipilih.

Tahap berikutnya adalah pencocokan kurva (*curve matching*) dengan cara trial dan error. Data lapangan akan dicocokkan dengan cara menempatkan kurva hingga error < 15% tercapai. Setiap pengambilan data lapangan pasti akan selalu ada kendala. Oleh karena itu, informasi ketika pengambilan data lapangan harus diketahui secara detail. Hal ini ditujukan ketika ada satu titik data yang sangat berbeda jauh dari titik-titik data yang lainnya, pengolah data dapat melakukan analisis mengapa respon data tersebut berbeda.

Pengolahan Data dengan Progress3

Pendekatan *trial and error* oleh perangkat lunak *IPI2WIN* kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data oleh perangkat lunak *Progress3*. Pengolahan oleh perangkat lunak *Progress3* dilakukan dengan proses pemodelan maju (*forward modelling*) dan pemodelan inversi (*inversion modelling*). Adapun hasil keluaran berupa resistivity log berupa n-lapisan dengan karakteristik nilai resistivitas masing-masing. Hasil resistivity log kemudian diinterpretasi sebagai hasil interpretasi data 1-dimensi (1D).

Pengolahan Data dengan Rockwork17

Rockworks17 adalah perangkat lunak khusus yang digunakan sebagai visualisasi keadaan bawah permukaan. Data dapat berupa data sumur (*borehole*) ataupun hasil interpretasi survei geofisika seperti data hasil survei geolistrik resistivitas mode sounding. Titik-titik kedalaman dengan parameter tertentu kemudian diinterpolasikan sehingga didapatkan tampilan 2D atau 3D. Oleh karena itu, program tersusun dari database Ms.Access (*.mdb file*) atau *SQL Server Database*. Salah satu fitur unggulan *Rockworks17* adalah *Lithology* beserta komponen didalamnya adalah *Fence Diagram*. Fitur ini sangat cocok digunakan jika pengguna ingin melakukan pemodelan 3D. Input yang dibutuhkan adalah koordinat (*UTM/Lat Long*), kedalaman (m), dan elevasi (*mdpl*).

1. Interpretasi data

Tahap ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder dan primer dari survei lapangan. Estimasi nilai tahanan berdasarkan hasil survei geolistrik resistivitas dengan nilai tahanan akuifer di daerah penelitian dan posisi nilai tersebut. Nilai ini diperoleh dari buku-buku referensi yang diakui keakuratannya dan titik-titik pengukuran yang diperoleh di lapangan. Nilai hambatan beberapa jenis batuan ditunjukkan pada Tabel 4. dan 5. Proses interpretasi ini memiliki beberapa acuan yang pertama data dari peta geologi setempat, lalu peta hidrogeologi maupun peta administrasi dari daerah penelitian dengan sejarah yang ada maupun temuan sumur warga bisa menjadi poin penting dalam mendapatkan akuifer.

Tabel 4. Harga Resistivitas Batuan Menurut (Suyono & Takeda, 2003)

Material	Harga Resistivitas (Ohm meter)
Air Permukaan	80-200
Air Tanah	30-100
Silt-lempung	10-200
Pasir	100-600
Pasir dan Kerikil	100-1000
Batu Lumpur	20-200
Batu Pasir	50-500
Konglomerat	100-500
Tufa	20-200
Kelompok andesit	100-2000
Kelompok Granit	1000-10000
Kelompok chert, slate	200-2000

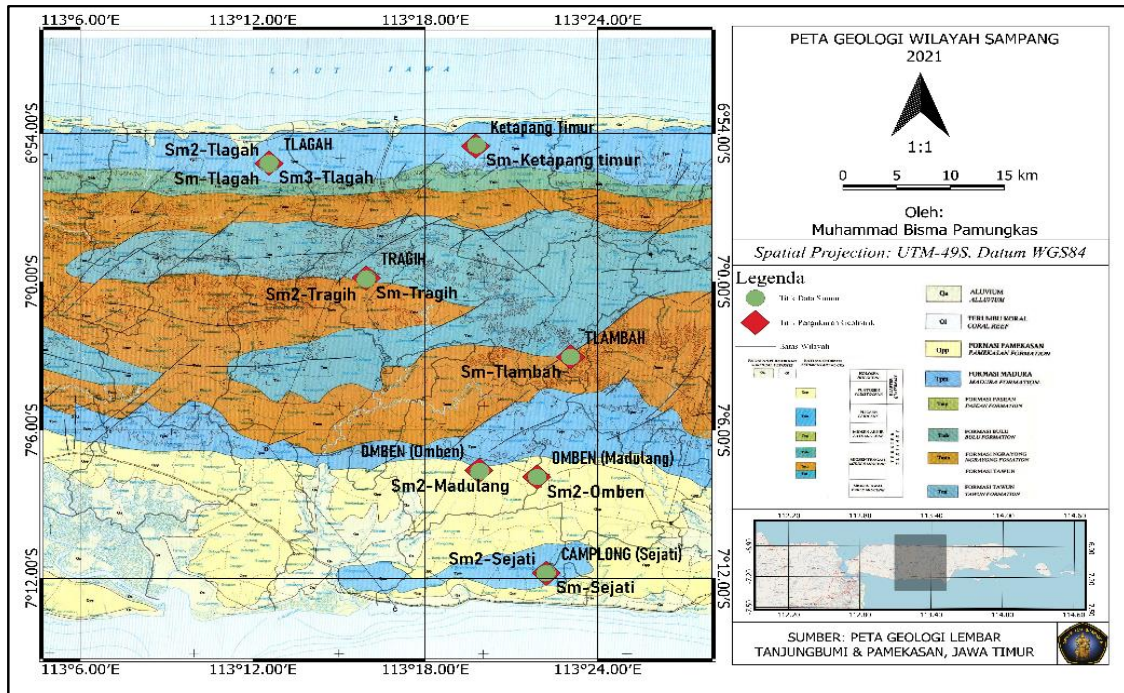
Tabel 5. Harga Resistivitas Batuan Menurut (Hunt, R.E., 2007)

Material	Harga Resistivitas (Ohm meter)
Tanah Lempungan	1,5-3,0
Lempung Lanauan	3,0-15
Tanah Lanau Pasiran	15-150
Batuan dasar Lembab	150-300
Pasir Kerikil Kelanauan	300
Batuan Dasar Tak Lapuk	2400
Pasir Kerikil Kering	2400
Terdapat Air Tawar	20-60
Air Asin	20-200
Kelompok chert, slate	0,18-0,24

Nilai resistivitas di atas merupakan nilai resistivitas beberapa jenis batuan pada suatu daerah tertentu dan tidak dapat digunakan secara langsung untuk analisis dan interpretasi. Langkahnya adalah mengambil beberapa poin penting dalam bidang kajian yang dijadikan sebagai dasar analisis dan interpretasi.

HASIL PENELITIAN

Kondisi Geologi



Gambar 4. Peta Geologi di Daerah Penelitian

Pada Penelitian ini dilakukan akuisisi yang terdiri dari 7 titik geolistrik yang tersebar di Kabupaten Sampang, dimana memiliki kondisi hidrogeologi yang berbeda-beda. Hal ini erat kaitannya dengan kondisi geologi setempat. Pada gambar 4. terdapat formasi batuan yang terdapat di lokasi penelitian sebagai berikut:

1. Formasi Pamekasan

Terdiri dari satuan batulempung, batupasir kuarsa dan konglomerat. Titik geolistrik yang terdapat pada formasi Pamekasan antara lain: Desa Madulang dan Desa Omben.

2. Formasi Ngrayong

Terdiri dari satuan batupasir, batulempung, Napal dan Batugamping. Titik geolistrik yang terdapat pada formasi Ngrayongi antara lain: Desa Tlambah.

3. Formasi Madura

Terdiri dari satuan batugamping pasir, Napal dan Batugamping terumbu. Titik geolistrik yang terdapat pada formasi Madura antara lain: Desa Sejati, Desa Ketapang Timur dan Desa Tlagah.

4. Formasi Tawun

Terdiri dari satuan batulempung, batupasir, batugamping dan konglomerat. Titik geolistrik yang terdapat pada formasi Tawun adalah di Desa Tragih.

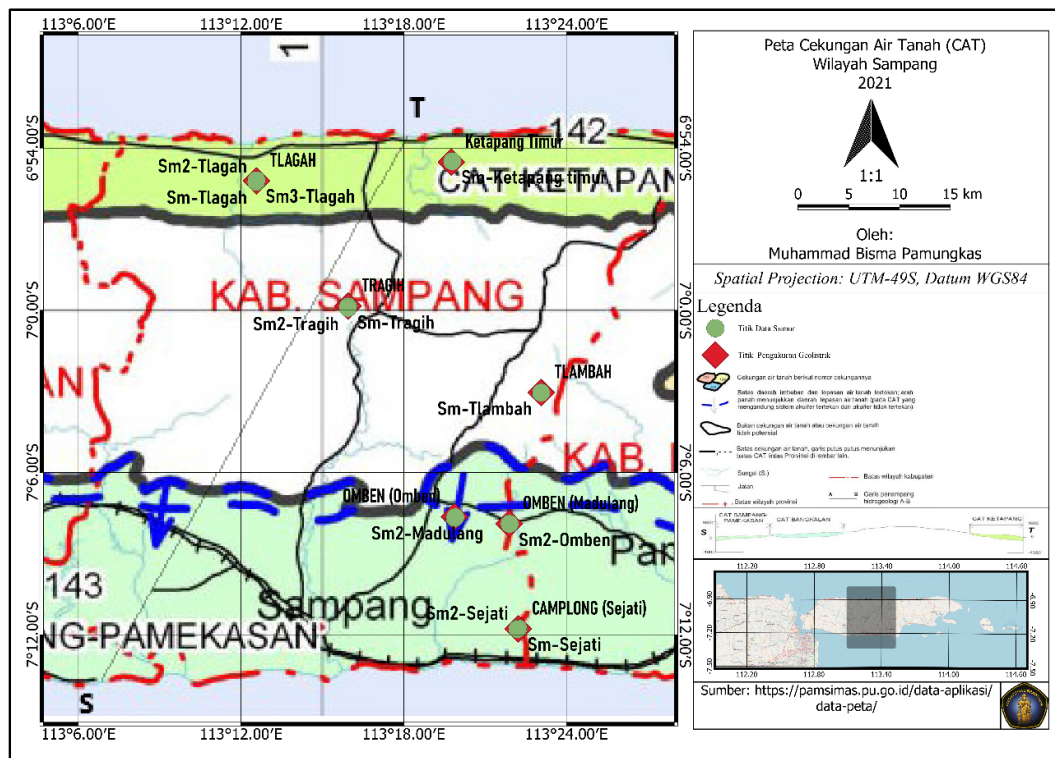
akuifer bercelah pada batugamping produktif ditutupi oleh akuifer antar butir berproduksi kecil debit sumur dapat mencapai 10 liter per detik.

3. Akuifer bercelah atau bersarang, dengan produktif kecil dan langka.

Akuifer pada sistem ini terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu akuifer produktif kecil, dan setempat. Keterusan air tanah umumnya rendah sampai sangat rendah. Kondisi akuifer bersifat setempat dengan jumlah terbatas dapat diperoleh pada daerah lembah atau zona pelapukan pada batuan padu.

Akuifer yang jenis kedua merupakan daerah dengan air langka. Sistem akuifer ini dapat dijumpai di daerah yang mempunyai morfologi tinggi, dengan faktor yang mengontrol adalah adanya rekahan pada batuan dan adanya porositas primer batuan.

Peta CAT Daerah Penelitian



Gambar 6. Peta Cekungan Air Tanah (CAT) di Daerah Penelitian

Pada gambar 6. dapat diketahui dari bentukan cekungan airtanah di daerah penelitian bawah zona keterdapatan airtanah yang paling banyak potensi berada di CAT Sampang-Pamekasan yang berada di bagian ujung selatan pada peta dan CAT Ketapang yang berada di ujung Utara pada peta. Sedangkan untuk zona keterdapatan airtanah yang sedikit potensinya berada di bagian tengah pada peta. Oleh karena itu pada daerah penelitian di Desa Tragih dan Tambah memiliki kekurangan keterdapatan potensi akuifer. Lalu untuk Desa Tlagah, Desa Ketapang Timur, Desa Sejati, Desa Madulang, dan Desa Omben memiliki banyak atau potensi zona keterdapatan akuifer.

Perhitungan Debit Eksisting untuk Analisa Geolistrik

Tabel 6. Analisis Perhitungan Debit Eksisting

Jenis Lapisan	Porositas (%)	Porositas Efektif (%)	Koefisien Permeabilitas (m/detik)
Lempung	45-50	5-10	$10^{-4} - 10^{-5}$
Silt Gamping	35-45	5-8	$10^{-4} - 10^{-5}$
Pasir	30-35	20-25	$10^{-1} - 10^{-2}$
Pasir dan Kerikil	25-30	15-20	$10^{-1} - 10^{-2}$

Pada tabel 6. analisis perhitungan debit eksisting merupakan acuan yang bisa dilakukan interpretasi jenis batuan dari hasil analisa geolistrik, lalu bersamaan ini koefisien permeabilitas digunakan untuk perhitungan faktor k koefisien jenis batuan dengan bantuan hukum *darcy*, dimana kemampuan fluida untuk meloloskan aliran melalui batuan yang bepori. Untuk detail perhitungan debit eksisting setiap lokasi penelitian contohnya seperti dibawah ini:

Desa Sejati, Kecamatan Camplong

Pada Lokasi ini, dari analisa dapat diketahui:

$$1 \text{ inc} = 0,0254\text{m}$$

$$d = 8\text{inc pipa} \times 0,0254\text{m} = 0,2032\text{m}$$

$$\text{Sehingga, } r = 8/2 = 4\text{inc pipa}$$

$$r = 4\text{inc pipa} \times 0,0254\text{m} \\ = 0,1016\text{m}$$

$$\text{ketebalan akuifer ada 2: } b1 = 11,5\text{m}$$

$$b2 = 56,9\text{m}$$

$$\text{rumus: } Q = Kkoef \times A$$

$$\text{dimana, } A = 2\pi r b$$

Jawab:

$$A1 = 2\pi \times 0,1016\text{m} \times 11,5\text{m} \\ = 7,341\text{m}^2$$

$$Q1 = 0,00001\text{m/detik} \times 7,341 \text{ m}^2 \\ = 0,00007341\text{m}^3/\text{detik} \\ = 0,00007341\text{m}^3/\text{detik} \times 1000\text{m}^3/\text{detik} \\ = 0,073 \text{ Lt/detik}$$

$$A2 = 2\pi \times 0,1016\text{m} \times 56,9\text{m} \\ = 36,32\text{m}^2$$

$$Q = 0,00001\text{m/detik} \times 36,32\text{m}^2 \\ = 0,00003632\text{m}^3/\text{detik} \\ = 0,00003632\text{m}^3/\text{detik} \times 1000\text{m}^3/\text{detik} \\ = 0,36 \text{ Lt/detik}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{total} &= Q_1 + Q_2 \\
 &= 0,073 + 0,36 \\
 &= 0,43 \text{ Lt/detik}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan di titik selanjutnya dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Debit Sumur di Daerah Penelitian

No	Titik	SR	Debit Sumur Eksisting (ltr/detik)	Debit Sumur Eksisting (m3/detik)	Debit Sumur Eksisting (liter/menit)	Jumlah per rumah (orang)	Kebutuhan air (lt/orang/hari)
1	Camplong (Sejati)	31	0.4350	0.000435	26.102097	4	100
2	Ketapang (Ketapang Timur)	43	0.3670	0.000367	22.018874	4	100
3	Omben (Madulang)	33	0.6303	0.000630	37.817511	4	100
4	Omben (Omben)	37	5.3575	0.005357	321.448847	4	100
5	Banyuates (Tlagah)	30	2.5441	0.002544	152.643840	4	100
6	Omben (Tlambah)	33	0.6513	0.000651	39.076823	4	100
7	Robatal (Tragih)	31	0.2215	0.000222	13.291462	4	100

1.1 Perhitungan Kapasitas Aliran Air

Berdasarkan acuan SNI_19-6728.1-2002 tentang penyusunan neraca sumber daya - Bagian: Sumber daya air spasial, maka cara perhitungan total kapasitas aliran dapat dihitung berdasarkan standar tabel 8. kebutuhan air per orang per hari:

Tabel 8. Kebutuhan Air per Orang per Hari (Badan Standardisasi Nasional., 2002).

Jenis Pemakaian	Standar	Standar Terpilih	Satuan	Sumber
Domestik				
Sambungan rumah				
Kota dengan penduduk : - 1 juta	250		1/jiwa/hari	2
Kota dengan penduduk = 1 juta	150		1/jiwa/hari	2
Pedesaan	100		1/jiwa/hari	2
Keran Umum	30		1/jiwa/hari	3

Perencanaan sistem perpipaan ini ditujukan di Desa Sejati, Kecamatan Camplong dengan jumlah rumah tinggal sebanyak 31 rumah tinggal dengan 4 orang penghuni dan asumsi untuk 1 rumah terisi ayah, ibu, dan 2 anak (keluarga berencana). Menurut literatur, perhitungan kebutuhan air per detik dibagi dengan 24 jam dan 3600 detik, kemudian ditambahkan 50% sehingga didapatkan debit kebutuhan air. Untuk perhitungannya sebagai berikut:

$$Q = \frac{124 \text{ orang} \times 100 \frac{\text{ltr}}{\text{orang}} / \text{hari}}{24 \times 3600} \times 1,5$$

$$Q = 0,215 \frac{\text{ltr}}{\text{detik}}$$

$$Q = 0,00021 \frac{\text{m}^3}{\text{det}}$$

1.2 Perencanaan dan Perhitungan Diameter Pipa Air

Untuk perencanaan diameter pompa direncanakan ukuran 1inc atau 0,0254 meter. Dengan menyesuaikan pipa yang terpasang maka diameter nominal pipa yang digunakan adalah 1inc. Maka kecepatan aliran dalam pipa sebenarnya adalah

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4 \times 0,001}{\pi \times 0,0254^2}$$

$$v = 1,13 \frac{\text{m}}{\text{det}}$$

1.3 Perhitungan Head Loss Pompa

1. Perhitungan jenis aliran dalam pipa

Untuk mengetahui jenis aliran dalam pipa, maka harus menghitung bilangan Reynold (Re) suatu aliran. Aliran akan berjenis laminar jika bilangan Reynold kurang dari 2000 dan turbulen jika lebih besar dari 4000. Jika bilangan terletak antara 2000-4000 maka disebut aliran transisi. Besarnya bilangan reynold dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini (Diasumsikan suhu air 25 °C sehingga viskostas kinematik air pada suhu tersebut adalah 0,890 x 10⁻⁶ m²/det):

Tabel 9. Perhitungan Jenis Aliran dalam Pipa

Temp °C	Kerapatan ρ (kg/m ³)	Viscositas dinamis μ (m ² /det)	Viscositas kinematis ν (m ² /det)	Tegangan permukaan τ (N/m)	Tinggi tekanan uap p _u /γ (m)	Modulus elastisitas K (N/m ²)
18	998,62	1,052 x10 ⁻³	1,052 x10 ⁻⁶	0,0730		
20	998,23	1,000 x10 ⁻³	1,002 x10 ⁻⁶	0,0728	0.25	2,19x10 ⁹
25	997,08	0,887 x10 ⁻³	0,890 x10 ⁻⁶	0,0720	0.33	
30	995,68	0,795 x10 ⁻³	0,798 x10 ⁻⁶	0,0712	0.44	2,25x10 ⁹
35	994,06	0,715 x10 ⁻³	0,719 x10 ⁻⁶	0,0704	0.58	
40	992,25	0,648 x10 ⁻³	0,653 x10 ⁻⁶	0,0696	0.76	2,26x10 ⁹
45	990,25	0,590 x10 ⁻³	0,596 x10 ⁻⁶	0,0689	0.98	
50	988,07	0,540 x10 ⁻³	0,547 x10 ⁻⁶	0,0680	1.26	2,26 x10 ⁹
60	983,24	0,459 x10 ⁻³	0,467 x10 ⁻⁶	0,0661	2.03	2,25 x10 ⁹
70	977,81	0,395 x10 ⁻³	0,404 x10 ⁻⁶	0,0643	3.20	2,22 x10 ⁹
80	971,83	0,345 x10 ⁻³	0,355 x10 ⁻⁶	0,0626	4.86	2,17 x10 ⁹
90	965,34	0,304 x10 ⁻³	0,315 x10 ⁻⁶	0,0607	7.18	
100	958,38	0,270 x10 ⁻³	0,282 x10 ⁻⁶	0,0589	10.33	

$$Re = \frac{Dv}{\nu}$$
$$Re = \frac{0,0254 \times 1,13}{0,890 \times 10^{-6}}$$
$$Re = 32.249,4$$

Dari hasil perhitungan diketahui bahwa jenis alirannya adalah aliran turbulen.

2. Perhitungan Head Mayor Pipa

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan Hazen-Williams, yaitu:

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g}$$

dengan:

- hf : kerugian gesekan dalam pipa (m)
- f : koefisien kerugian gesek (m³/s)
- L : panjang pipa (m)
- D : diameter pipa (m)
- V : Kecepatan air (m/det)
- g : percepatan gravitasi (m²/det)

maka:

$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{D}$$
$$f = 0,020 + \frac{0,0005}{0,0254}$$
$$f = 0,0397$$

Setelah didapatkan nilai f selanjutnya adalah mencari nilai hf , sebagai berikut:

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g}$$
$$hf = 0,039 \frac{70}{0,0254} \frac{1,13^2}{2(9,81)}$$
$$hf = 7,122 \text{ m}$$

3. Perhitungan Head Minor Pipa

a. karena belokan pipa

Terdapat 2 sambungan pipa berupa elbow (belokan 90°) maka rumus perhitungannya adalah

$$hf = 2 \times f \times \frac{v^2}{2g}$$
$$hf = 2 \times 0,15 \times \frac{0,066^2}{2 \times 9,81}$$
$$hf = 0,00007 \text{ m}$$

b. karena lubang keluar pipa yang menonjol ke luar

$$hf = f \times \frac{v^2}{2g}$$

$$hf = 0.8 \times \frac{0,066^2}{2 \times 9,81}$$

$$hf = 0,00018 \text{ m}$$

4. Perhitungan Head Statis Pompa

$$ha = hd + hs$$

$$ha = 70 + 0$$

$$ha = 70 \text{ m}$$

5. Perhitungan Head Total Pompa

Berdasarkan Analisa Head Total Pompa maka total head pompa untuk contoh perhitungan sumur bor Kaiburse dapat dihitung sebagai berikut:

$$H = h_a + \Delta h_p + h_f + \frac{v^2}{2g}$$

$\Delta h_p = 0$ (tekanan reservoir dan sumur dianggap sama) sehingga:

$$H = 70 + 0 + (7,122 + 0,020 + 0,052) + \frac{1,13^2}{2(9,81)}$$

$$H = 77,194 \text{ m}$$

Untuk hasil perhitungan di titik selanjutnya dapat dilihat pada tabel 10.

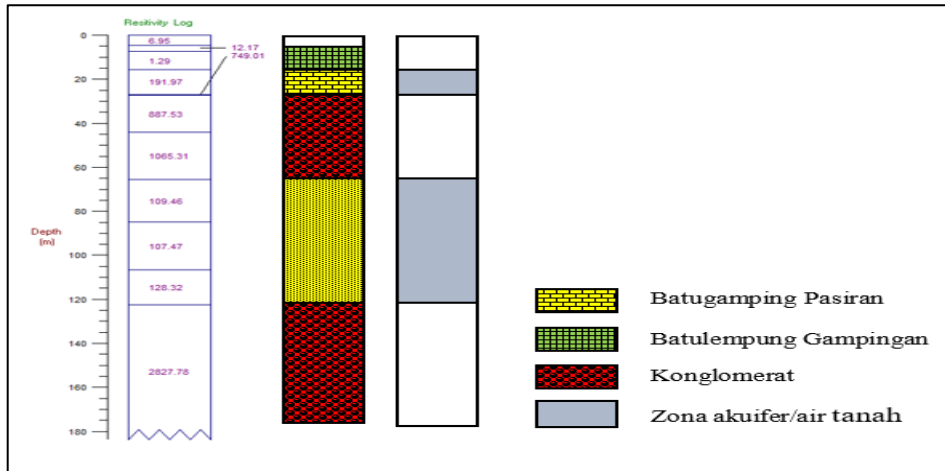
Tabel 10. Hasil Perhitungan Kebutuhan Air, Volume Reservoir, Diameter Pipa dan Kecepatan Aliran

No	Titik	Kebutuhan air per rumah (ltr/rumah/hari)	Kebutuhan air per rumah (m3/hari)	Kebutuhan air total (ltr/detik)	Kebutuhan air total (m3/detik)	Volume Reservoir (m3)	Diameter pipa (inch)	Diameter pipa (m)	Kecepatan Aliran (m/detik)	Cek
1	Camplong (Sejati)	400	0.4	0.215	0.00022	23.25	1.25	0.03175	0.272	Aman
2	Ketapang (Ketapang Timur)	400	0.4	0.299	0.00030	32.25	1.25	0.03175	0.377	Aman
3	Omben (Madulang)	400	0.4	0.229	0.00023	24.75	1.25	0.03175	0.290	Aman
4	Omben (Omben)	400	0.4	0.257	0.00026	27.75	2	0.0508	0.127	Aman
5	Banyuates (Tlagah)	400	0.4	0.208	0.00021	22.5	1.5	0.0381	0.183	Aman
6	Omben (Tlambah)	400	0.4	0.229	0.00023	24.75	1.25	0.03175	0.290	Aman
7	Robatal (Tragih)	400	0.4	0.215	0.00022	23.25	1.25	0.03175	0.272	Aman

PEMBAHASAN

Analisa Geolistrik

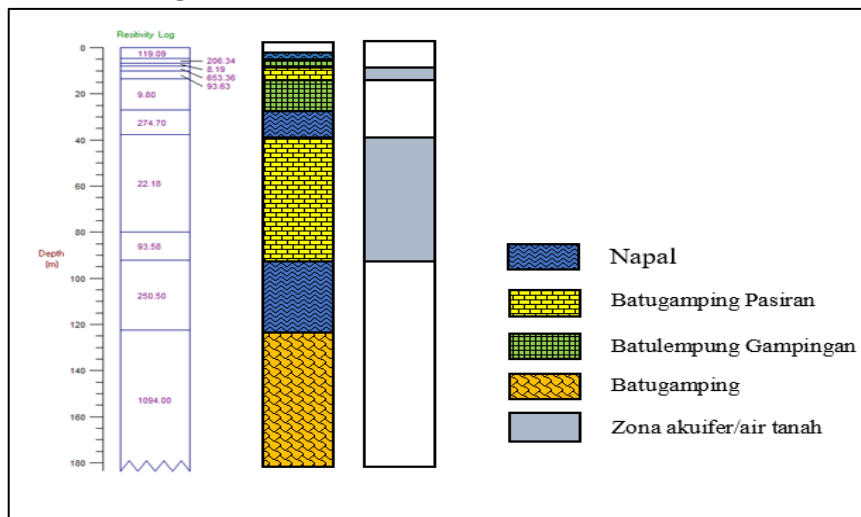
1. Desa Sejati



Gambar 7. Analisa Geolistrik di Desa Sejati

Pada lokasi penelitian di Desa Sejati merupakan termasuk dalam formasi Madura, dengan lapisan akuifer berupa Batugamping pasir. Sehingga dapat diketahui bahwa kondisi hidrogeologi termasuk dengan sistem akuifer celahan, rekahan dan saluran pelarutan. Produktifitas akuifer ditemukan sebesar kecil setempat berarti dengan keterusan tinggi. Untuk perkiraan estimasi debit sekitar 0.43 liter/detik, dimana akuifer bersifat bertumpang pada kedalaman 15.5-27 meter (akuifer dangkal) dan 65.6-122.5 meter (akuifer dalam). Untuk tinjauan geologi terdapat batulempung gampingan pada bagian atas dan batugamping pada bagian bawah sebagai *bedrock*/batuan dasar.

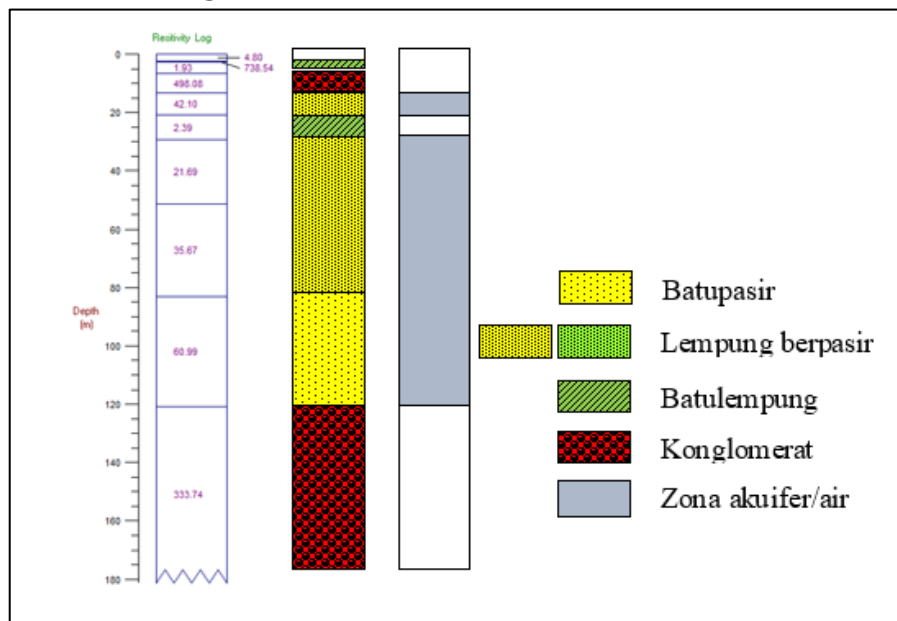
2. Desa Ketapang Timur



Gambar 8. Analisa Geolistrik di Desa Ketapang Timur

Pada lokasi penelitian di Desa Ketapang Timur merupakan termasuk dalam formasi Madura, dengan lapisan akuifer berupa Batugamping Pasiran. Sehingga dapat diketahui kondisi hidrogeologi bersistem akuifer celahan, rekahan & saluran pelarutan. Produktifitas akuifer ditemukan sebesar kecil setempat berarti keterusan tinggi. Untuk perkiraan estimasi debit sebesar 0.36 liter/detik, dimana akuifer bersifat bertumpang pada kedalaman 10-13.3 meter (akuifer dangkal) dan 37.8-92.2 meter (akuifer dalam). Untuk tinjauan geologi terdapat perselingan perselingan Napal, Batulempung Gampingan dan batugamping pada bagian atas dan Napal-Batugamping pada bagian bawah sebagai *bedrock*/batuan dasar.

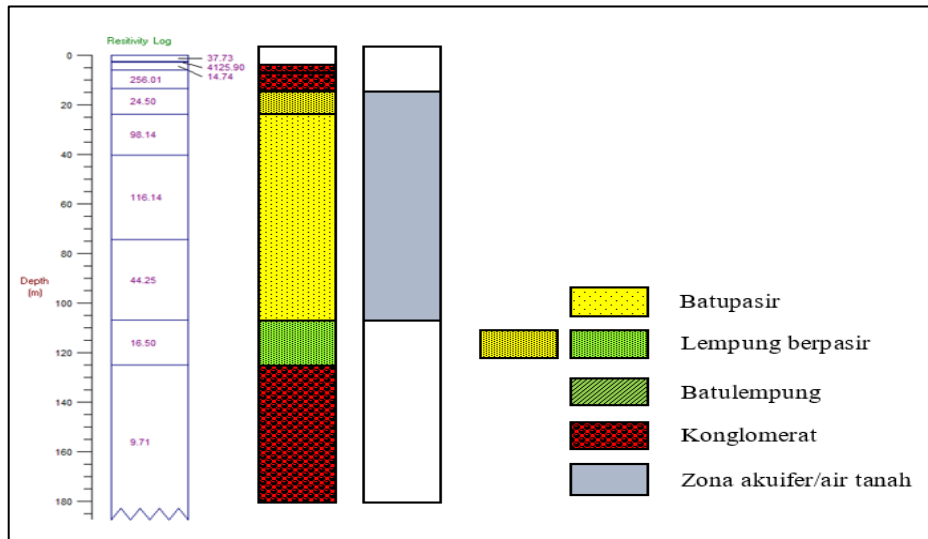
3. Desa Madulang



Gambar 9. Analisa Geolistrik di Desa Madulang

Pada lokasi penelitian di Desa Madulang merupakan termasuk dalam formasi Pamekasan, dengan lapisan akuifer berupa Batupsir kuarsa. Sehingga dapat diketahui bahwa kondisi hidrogeologi dengan sistem akuifer ruang antar butir dengan produktifitas akuifer sedang dan keterusan rendah. Untuk estimasi debit 0.63 liter/detik, dimana akuifer bersifat bertumpang pada kedalaman 13.3-21 meter (akuifer dangkal) dan 29.4-120.9 meter (akuifer dalam). Untuk tinjauan geologi terdapat perselingan Konglomerat-Batulempung pada bagian atas dan batuan Konglomerat pada bagian bawah sebagai *bedrock*/batuan dasar.

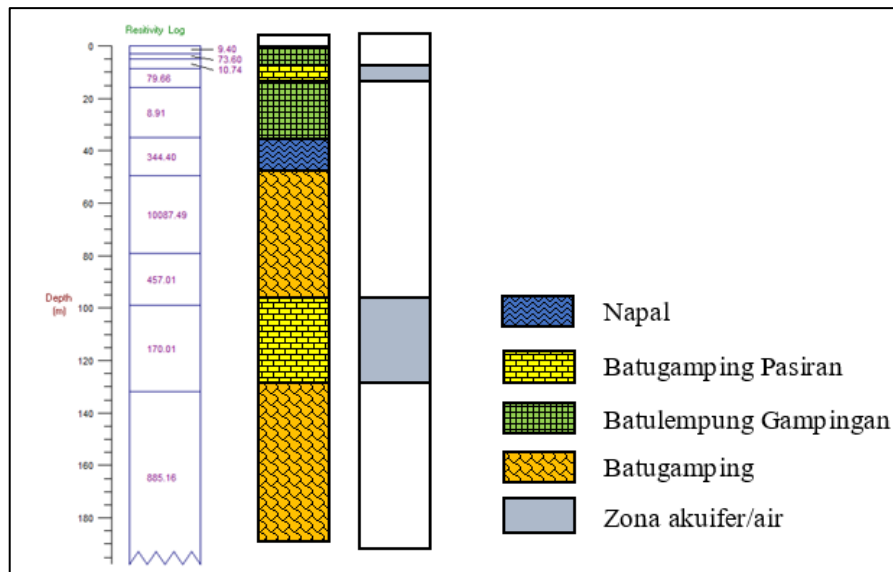
4. Desa Omben



Gambar 10. Analisa Geolistrik di Desa Omben

Pada daerah penelitian di Desa Omben merupakan termasuk dalam formasi pamekasan, dengan lapisan akuifer berupa batupasir kuarsa. Sehingga dapat diketahui bahwa kondisi hidrogeologi termasuk bersistem akuifer celahan, rekahan dan saluran pelarutan. Produktifitas akuifer ditemukan sebesar kecil setempat yang berarti dengan keterusan tinggi. Untuk perkiraan estimasi debit sekitar 5.4 liter/detik, dimana akuifer berada pada kedalaman 13.4-107 meter (akuifer dalam). Untuk tinjauan geologi terdapat batuan Konglomerat-Batulempung berpasir pada bagian atas dan Batulempung pada bagian bawah sebagai bedrock/batuan dasar.

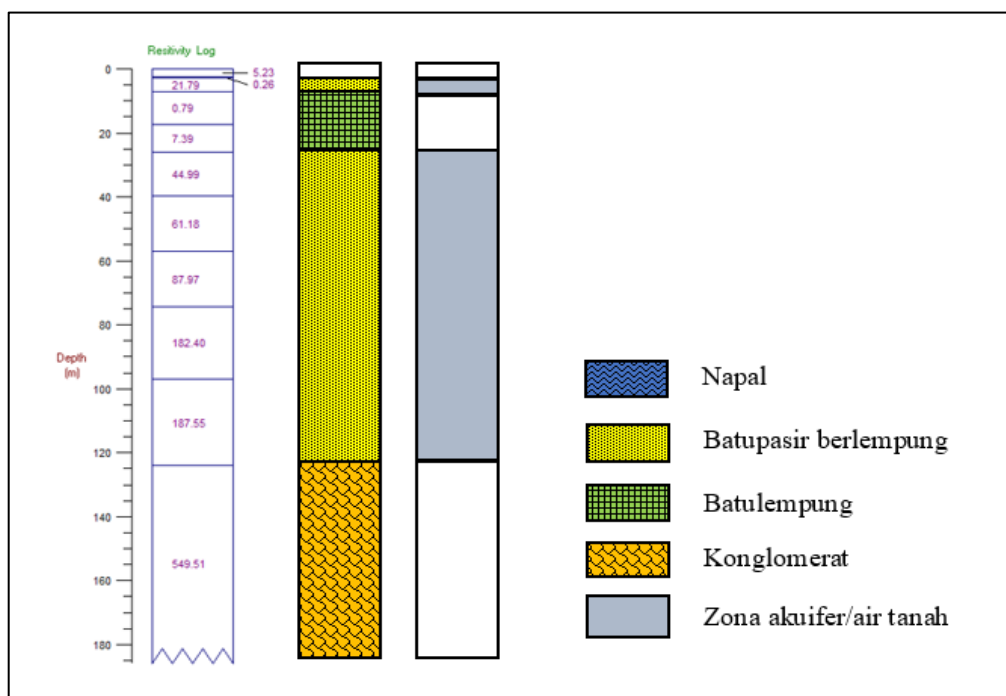
5. Desa Tlagah



Gambar 11. Analisa Geolistrik di Desa Tlagah

Pada lokasi penelitian di Desa Tlagah merupakan termasuk dalam formasi Madura, dengan lapisan akuifer berupa Batugamping pasiran. Sehingga dapat diketahui bahwa kondisi hidrogeologi bersistem akuifer celahan, rekahan dan saluran pelarutan. Produktifitas akuifer ditemukan sebesar kecil setempat berarti dengan keterusan tinggi. Untuk perkiraan estimasi debit sebesar 2.54 liter/detik. Dimana akuifer bersifat setempat bertumpang berada pada kedalaman 8.7-15.7 meter (akuifer dangkal) dan 98.8-131.8 meter (akuifer dalam). Untuk tinjauan geologi terdapat Batugamping pasiran-batulempung gampingan pada bagian atas dan Batugamping pada bagian bawah sebagai *bedrock*/batuan dasar.

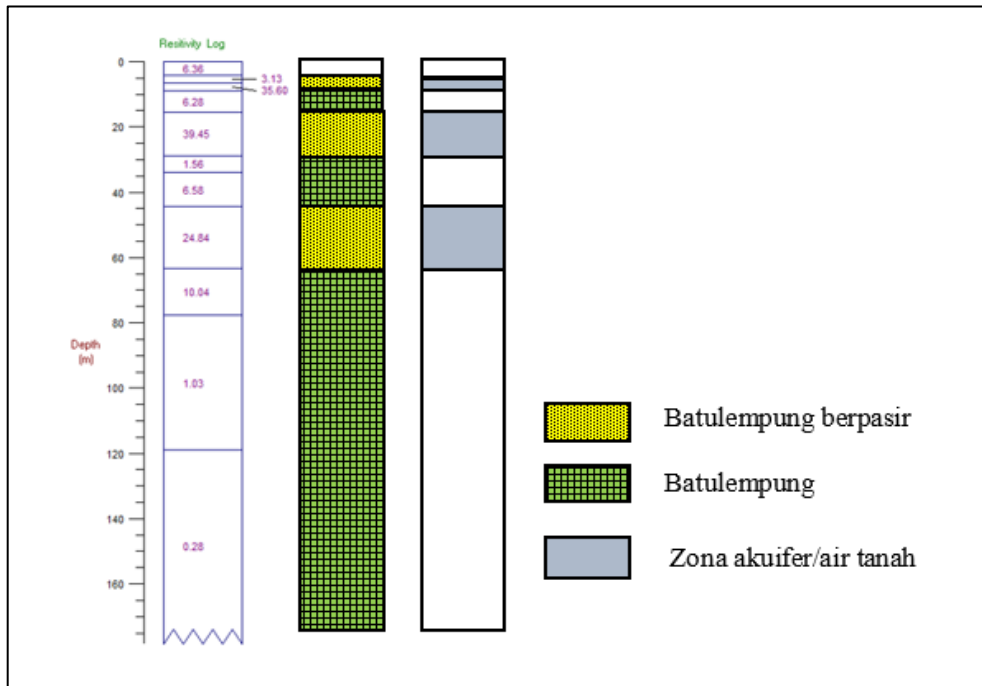
6. Desa Tlambah



Gambar 12. Analisa Geolistrik di Desa Tlambah

Pada lokasi penelitian di Desa Tlambah merupakan termasuk dalam formasi Ngrayong, dengan lapisan akuifer berupa Batupasir berlempung. Sehingga dapat diketahui kondisi hidrogeologi bersistem Akuifer Celah/Sarang. Produktifitas akuifer ditemukan sebesar kecil setempat yang berarti dengan keterusan tinggi. Untuk perkiraan estimasi debit sebesar 0.65 liter/detik, dimana akuifer bersifat setempat bertumpang berada pada kedalaman 2.8-7.2 meter (akuifer dangkal) dan 26-124 meter (akuifer dalam). Untuk tinjauan geologi terdapat Batulempung sebagian bersisipan batupasir pada bagian atas dan Batugamping pada bagian bawah sebagai *bedrock*/batuan dasar.

7. Desa Tragih

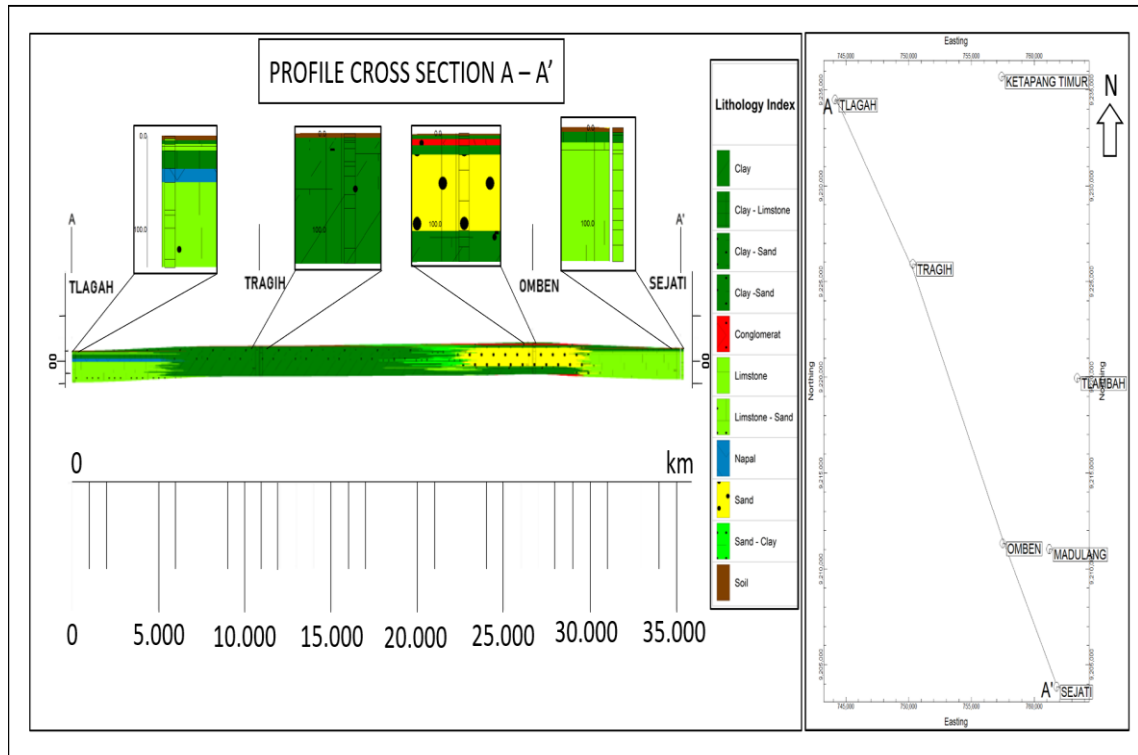


Gambar 13. Analisa Geolistrik di Desa Tragih

Pada lokasi penelitian di Desa tragih merupakan termasuk dalam formasi Tawun, dengan lapisan akuifer berupa Batulempung berpasir. Sehingga dapat diketahui bahwa kondisi hidrogeologi bersistem akuifer ruang antar butir. Produktifitas akuifer ditemukan sebesar sedang yang berarti dengan keterusan rendah. Untuk perkiraan estimasi debit sebesar 0.22 liter/detik, dimana akuifer bertumpang dengan kedalaman 6.6-8.9 meter (akuifer dangkal) dan 15.4-28.8 meter; 44.2-63.3 meter (akuifer dalam). Untuk tinjauan geologi terdapat Batulempung bagian atas dan Batulempung pada bagian bawah sebagai *bedrock*/batuan.

Korelasi Litologi Dengan Interpretasi 2D & 3D

1. Interpretasi 2D



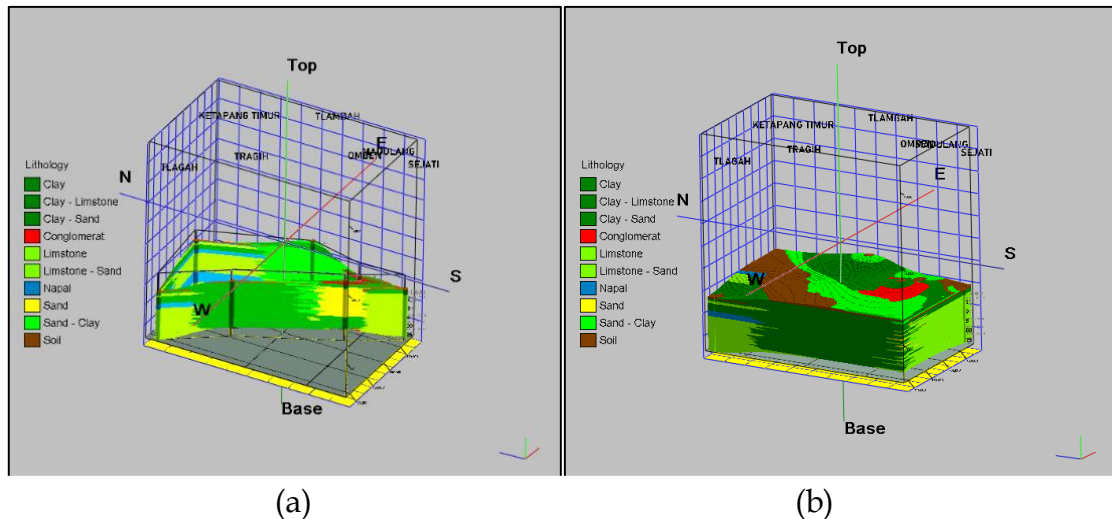
Gambar 14. Penampang Korelasi 2D di Daerah Penelitian

Pada gambar 14. menunjukkan penampang korelasi 2D di daerah penelitian dengan arah bentangan barat laut ke tenggara dan jarak sekitar 35.000 km. Penampang korelasi 2D menjelaskan perkiraan persebaran litologi bawah permukaan daerah penelitian. Titik-titik persebaran yang dimaksud adalah lokasi penelitian di Tlagah, Tragih, Omben, dan Sejati. Daerah ini diambil karena sudah mewakili daerah penelitian yang lainnya dan posisi yang di ambil membentang dari ujung utara ke ujung selatan daerah penelitian.

Lapisan teratas terisi oleh litologi soil atau lapisan penutup yang ditunjukkan oleh warna coklat, lapisan ini umumnya terbentuk dari hasil akhir pelapukan bebatuan. Lapisan kedua terisi oleh kelompok batulempung dan batugampingan, dimana memiliki kemenerusan dari lokasi Tlagah hingga Sejati. Batuan konglomerat menyisipi pada lapisan kedua di daerah Omben, lalu diikuti lapisan batupasir. Lokasi Omben memiliki batuan pasir dengan sekitar ketebalan hingga 80m, sehingga dapat diidentifikasi sebagai termasuk lokasi lapisan yang paling banyak mengandung akuifer. Lokasi Omben juga termasuk satu wilayah litologi dengan lokasi Madulang karena jarak antar lokasi ini berdekatan, jadi daerah yang memiliki potensi paling tinggi mengandung akuifer adalah lokasi Omben dan Madulang dibandingkan dengan lokasi daerah penelitian lainnya.

Lokasi Tlagah dan Sejati memiliki kelompok tebal lapisan batuan gampingan, ini menandakan bawah lapisan ini terindikasi potensi sedang adanya akuifer, karena batuan gamping untuk meloloskan air sangat kecil. Sedangkan, lokasi Tragih diinterpretasikan tebal lapisan yang tebal terisi oleh kelompok batuan lempung, dimana batulempung sangat kecil untuk meloloskan aliran air tetapi meyerap air sehingga lokasi ini memiliki potensi akuifer sangat rendah.

2. Interpretasi 3D



Gambar 15. Visualisai Model 3D Litologi (a) dan Potongan dari Model 3D Litologi (b)

Pada gambar 15. merupakan representasi dari daerah penelitian secara 3 dimensi. Gambar 15. (a) terlihat penampakan topografi di lokasi Tlambah memiliki daerah ketinggian lebih tinggi dari daerah penelitian lainnya. Gambar 15. (b) merupakan visualisasi hasil potongan dari model 3D dan visualisasi kemenerusan korelasi litologi batuan dari titik satu ke titik lainnya. Visualisasi model 3D pada kedua gambar tersebut memiliki kedalaman sekitar hingga 145m dari permukaan tanah.

Persebaran litologi batuan yang ditampilkan pada daerah penelitian meliputi: *Soil* (lapisan tanah atas), batulempung, batulempung-gampingan, batulempung pasiran, batuan konglomerat, batugamping, batugamping pasiran, *Napal* (lapisan lumpur campuran), batupasir, batupasiran lempung. Interpretasi 2D dan 3D dapat disimpulkan bahwa daerah utara memiliki potensi keberadaan akuifer sangat sedang, lalu daerah tengah penelitian memiliki potensi akuifer paling tinggi dan daerah selatan memiliki potensi akuifer dengan rendah. Daerah tengah penelitian memiliki identifikasi litologi batuan dominan kelompok pasir, lalu daerah utara penelitian dapat diidentifikasi wilayah dominan kelompok batuan gampingan dan daerah selatan penelitian memiliki identifikasi litologi kelompok batuan lempung.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini terbagi dari beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil litologi batuan dari titik-titik geolistrik yang terdapat di daerah penelitian antara lain:
 - a) Pada formasi Madura diperkirakan zona akuifer terdapat pada lapisan batuan batugamping pasiran dengan besar nilai resistivitas sekitar 79.66 - 191.97 ohm.m dengan beberapa titik lokasi yang terletak di daerah Desa Sejati, Desa Ketapang Timur dan Desa Tlagah.
 - b) Pada formasi Pamekasan diperkirakan zona akuifer terdapat pada lapisan batuan pasirkuarsa maupun batuan lempung Pasiran dengan nilai resistivitas sekitar dari 24.5 - 44.25 ohm.m dan beberapa titik lokasi yang terletak pada formasi ini adalah Desa Madulang dan Desa Omben.
 - c) Pada formasi Ngrayong diperkirakan zona akuifer terdapat pada lapisan batuan batupasir berlempung dan batupasir dengan nilai resistivitas berkisar rentang nilai dari 7.39 - 187.55 ohm.m dan beberapa titik lokasi yang terletak pada formasi ini adalah Desa Tlambah.
 - d) Pada formasi Tuwun diperkirakan zona akuifer terdapat pada lapisan batulempung pasiran dengan nilai resistivitas sebesar 24.84 - 39.45 ohm.m dan beberapa titik lokasi yang terletak pada formasi ini adalah Desa Tragih.
2. Potensi zona akuifer dan perhitungan estimasi debit dari titik-titik geolistrik yang terdapat di daerah penelitian antara lain:
 - a) Desa Sejati keterdapatan formasi Madura. Untuk perkiraan estimasi debit sekitar 0.43 liter/detik, dimana akuifer bersifat bertumpang pada kedalaman 15.5-27 meter (akuifer dangkal) dan 65.6-122.5 meter (akuifer dalam).
 - b) Desa Ketapang Timur keterdapatan formasi Madura. Untuk perkiraan estimasi debit sebesar 0.36 liter/detik, dimana akuifer bersifat bertumpang pada kedalaman 10-13.3 meter (akuifer dangkal) dan 37.8-92.2 meter (akuifer dalam).
 - c) Desa Madulang keterdapatan formasi Pamekasan. Untuk estimasi debit 0.63 liter/detik, dimana akuifer bersifat bertumpang pada kedalaman 13.3-21 meter (akuifer dangkal) dan 29.4-120.9 meter (akuifer dalam).
 - d) Desa Omben keterdapatan formasi Pamekasan. Untuk perkiraan estimasi debit sekitar 5.4 liter/detik, dimana akuifer berada pada kedalaman 13.4-107 meter (akuifer dalam).
 - e) Desa Tlagah keterdapatan formasi Madura. Untuk perkiraan estimasi debit sebesar 2.54 liter/detik. Dimana akuifer bersifat setempat

- bertumpang berada pada kedalaman 8.7-15.7 meter (akuifer dangkal) dan 98.8-131.8 meter (akuifer dalam).
- f) Desa Tlambah keterdapatan formasi Ngrayong. Untuk perkiraan estimasi debit sebesar 0.65 liter/detik, dimana akuifer bersifat setempat bertumpang berada pada kedalaman 2.8-7.2 meter (akuifer dangkal) dan 26-124 meter (akuifer dalam).
 - g) Desa Tragih keterdapatan formasi Madura. Untuk perkiraan estimasi debit sebesar 0.22 liter/detik, dimana akuifer bertumpang dengan kedalaman 6.6-8.9 meter (akuifer dangkal) dan 15.4-28.8 meter; 44.2-63.3 meter (akuifer dalam).
3. Hasil penentuan rencana anggaran biaya dapat diperoleh dari perhitungan beberapa jumlah pekerjaan dalam perencanaan sumur air dalam. Berikut ini hasil rekapan jumlah total biaya di lokasi penelitian:
- 1) Desa Sejati sebesar Rp. 261.433.000,00.
 - 2) Desa Ketapang Timur sebesar Rp. 269.279.000,00.
 - 3) Desa Madulang sebesar Rp 283.173.000,00.
 - 4) Desa Omben sebesar Rp. 269.445.000,00.
 - 5) Desa Tlagah sebesar Rp. 280.386.000,00.
 - 6) Desa Tlambah sebesar Rp. 287.147.000,00.
 - 7) Desa Tragih sebesar Rp. 250.600.000,00.

Rekomendasi

Adapun rekomendasi dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Diperlukan pemetaan topografi detail untuk penentuan kemiringan dari distribusi pipa dan SR.
2. Mempunyai korelasi antar titik bor terdekat.
3. Untuk penentuan RAB harus mempunyai harga terbaru yang dikeluarkan oleh pemerintah di daerah penelitian.

PENELITIAN LANJUTAN

Pada penelitian ini memiliki keterbatasan yaitu daerah penelitian sudah ditentukan dimana berlokasi di tujuh daerah Sampang, metode yang digunakan adalah VES konfigurasi *Schlumberger*, lalu untuk perencanaan RAB ditujukan untuk; pembangunan sumur, menara air dan instalasi sambungan saluran rumah berdasarkan harga dasar Kabupaten Sampang tahun 2021. Penulis berharap untuk pengembangan dari penelitian ini dapat mempunyai korelasi antar titik bor terdekat, mempunyai pemetaan topografi untuk penentuan kemiringan dari distribusi pipa dan SR, lalu untuk RAB wajib disesuaikan harga terbaru yang dikeluarkan oleh pemerintah setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua orang yang telah membantu penulis baik secara moril maupun terlibat secara langsung dari awal hingga akhir menjadi karya tulis ilmiah ini. Semoga karya penulis bermanfaat bagi para pembaca, akademisi, pemerintah dan masyarakat setempat.

Catatan: Untuk detail; Desain sumur, Jaringan perpipaan, RAB bisa menghubungi ke email penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Standar Nasional Indonesia Penyusunan neraca sumber daya-Bagian 1: Sumber daya air spasial Badan Standardisasi Nasional. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1301188>
- Bisri, M. (2012). Air Tanah. Universitas Brawijaya Press. <https://books.google.co.id/books?id=tFOxDwAAQBAJ>
- BPSDM Kementerian PUPR. (2017). Modul 7 Perencanaan Sumur Bor sebagai Materi Substansi dalam Pelatihan Perencanaan Jaringan Irigasi Air Tanah (JIAT).
- BPSDM Kementerian PUPR. (2018). Modul Reservoir: Perencanaan Jaringan Pipa Transmisi dan Distribusi Air Minum (Modul Reservoir). Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Kontruksi. <https://docplayer.info/128457307-Perencanaan-jaringan-pipa-transmisi-dan-distribusi-air-minum-modul-reservoir.html>
- Hamid, I. A. , dkk. (2014). PENGEMBANGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR BERSIH DI KAWASAN PERUMAHAN GRIYA PEMULA (WELONG ABADI) KECAMATAN PALDUA MANADO. In Jurnal Sipil Statik (Vol. 2, Issue 5).
- Hunt, R. E. (2007). Geotechnical Investigation Methods: a Field Guide For Geotechnical Engineers. CRC Press.
- Lowrie, W. (2007). Fundamentals of Geophysics, Second Edition. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9780511807107>
- MENKES RI. (2017). PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA, NOMOR 32 TAHUN 2017. PERMEN Kesehatan RI No. 32 Tahun 2017.

Pamungkas, Maryanto, Rakhmanto

PAMSIMAS. (2020). POB Perencanaan SPAM Perdesaan (Edisi Tahun 2020).
CPMU Pamsimas. www.pamsimas.org

Santoso, Djoko. (2002). Pengantar Teknik Geofisika. Penerbit ITB.

Suyono, S., & Takeda, K. (2003). Hidrologi Untuk Pengairan. PT. Pradnya
Paramita.