

Memetakan Potensi Sumber Air Dalam di Lahan Kering Desa Pelem Ponorogo Menggunakan Metode Uji Geolistrik

Sugiar¹, Runi Asmaranto², Subhan Ramdlani³, Mangku Purnomo⁴, Ibnu Sam Widodo⁵

^{1,2,3} Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

⁴ Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya

⁵ Fakultas Hukum Universitas Brawijaya

e-mail: *sugik_mlg@ub.ac.id

Abstrak

Desa Pelem Kecamatan Bungkal Kabupaten Ponorogo merupakan kawasan yang berada di kaki perbukitan dengan potensi pertanian lahan kering. Memiliki Luas wilayah Desa Pelem adalah 692 ha yang terdiri dari lahan pertanian berupa sawah tadah hujan 118 ha, tanah tegalan 75 ha, tanah perhutani 412 ha. Masyarakat Desa Pelem memiliki permasalahan klasik terkait kebutuhan air bersih dan air irigasi. Kehidupan masyarakat sebagian besar bertumpu pada hasil pertanian lahan kering yang selama ini mengandalkan air tadah hujan, dan ironisnya di musim kemarau selalu kesulitan mengolah lahan karena ketiadaan air irigasi. Ketersediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga dan ternak juga terbatas. Pengeboran air dalam yang dilakukan masyarakat sering gagal karena dalam menentukan sumber air hanya berdasarkan perkiraan, sementara biaya pengeboran sumur dalam sangat mahal.

LPPM Universitas Brawijaya melalui Program Doktor Mengabdikan tahun 2021 telah mengirimkan tim dosen UB untuk membantu masyarakat dan Pemerintah Desa Pelem dalam mengatasi permasalahan air bersih dan air irigasi tersebut. Salah satu program kegiatan yang dilakukan adalah memetakan potensi sumber air dalam di wilayah Desa Pelem. Proses pemetaan menggunakan alat uji geolistrik ADTM dengan metode VES (vertical electrical sounding) konfigurasi Schlumberger yang dilengkapi program visualisasi yang terkoneksi ke android, sehingga kondisi lapisan tanah bisa ditampilkan secara visual melalui layar HP Android.

Hasilnya adalah Desa Pelem secara umum memiliki potensi air tanah yang baik dari hasil identifikasi beberapa lapisan akuifer sampai kedalaman 150 - 200 meter. Dukuh Batur RT 4 RW 2 dengan line 1 dan TGL 01 sebagai titik pengukuran geolistrik memiliki potensi air tanah teridentifikasi di kedalaman 70,42 – 81,52 meter dan 97,82 – 114,52 meter. Untuk line 2 memiliki potensi air tanah di kedalaman 40 – 85 meter. Line 3 dan TGL 02 memiliki potensi air tanah teridentifikasi di kedalaman 66,55 – 102,60 meter. Line 4 memiliki potensi air tanah teridentifikasi di kedalaman 56,09 – 76,81 meter; dan di kedalaman 95,08 – 127,25 meter. Line 5 teridentifikasi di kedalaman 60 – 62 meter; 80 – 97 meter dan di kedalaman 105 – 125 meter. Line 6 memiliki potensi air tanah di kedalaman 80 – 115 meter. Line 7 teridentifikasi di kedalaman 65 – 76 meter dan 123 – 135 meter. Line 8 teridentifikasi di kedalaman 64 – 70 meter, 75 – 86 meter dan 124 – 135 meter. Line 9 memiliki potensi air tanah di kedalaman 55 – 60 meter, 75 – 85 meter, 98 – 105 meter, dan 116 – 125 meter. Line 10 memiliki potensi air tanah di kedalaman 65 – 78 meter, 98 – 105 meter, 110 – 124 meter, dan 130 – 142 meter. Line 11 memiliki potensi air tanah

di kedalaman 65 – 70 meter, 76 – 80 meter, dan 110 – 116 meter. Line 12 memiliki potensi air tanah di kedalaman 65 – 70 meter, 95 – 108 meter, dan 120 – 125 meter.

Kata kunci— Doktor Mengabdi, Desa Pelem, Sumber Air dalam, Geolistrik

Abstract

Pelem Village, Bungkal District, Ponorogo Regency is an area located at the foot of the hills with the potential for dry land agriculture. The total area of Pelem Village is 692 ha consisting of agricultural land in the form of rainfed rice fields 118 ha, dry land 75 ha, and forestry land 412 ha. The people of Pelem Village have classic problems related to the need for clean water and irrigation water. Most of the people's lives rely on dry land agricultural products, which so far rely on rain-fed water, and ironically, in the dry season, it is always difficult to cultivate land due to the lack of irrigation water. The availability of clean water to meet household and livestock needs is also limited. Deep water drilling carried out by the community often fails because in determining water sources it is only based on estimates, while the cost of drilling deep wells is very expensive.

LPPM Universitas Brawijaya through the Doctoral Service Program in 2021 has sent a team of UB lecturers to help the community and Pelem Village Government in overcoming the problem of clean water and irrigation water. One of the program activities carried out is to map the potential of deep water sources in the Pelem Village area. The mapping process uses an ADTM geoelectric test tool with the Schlumberger configuration VES (vertical electrical sounding) method which is equipped with a visualization program that is connected to android, so that the condition of the soil layer can be displayed visually through the Android cellphone screen.

The result is that Pelem Village in general has good groundwater potential from the identification of several aquifer layers to a depth of 150 - 200 meters. Dukuh Batur RT 4 RW 2 with line 1 and TGL 01 as a geoelectrical measurement point has identified groundwater potential at a depth of 70.42 – 81.52 meters and 97.82 – 114.52 meters. For line 2 has the potential for groundwater at a depth of 40-85 meters. Line 3 and TGL 02 have identified groundwater potential at a depth of 66.55 – 102.60 meters. Line 4 has identified groundwater potential at a depth of 56.09 – 76.81 meters; and at a depth of 95.08 – 127.25 meters. Line 5 is identified at a depth of 60 – 62 meters; 80 – 97 meters and at a depth of 105 – 125 meters. Line 6 has groundwater potential at a depth of 80 – 115 meters. Line 7 was identified at depths of 65 – 76 meters and 123 – 135 meters. Line 8 was identified at depths of 64 – 70 meters, 75 – 86 meters and 124 – 135 meters. Line 9 has groundwater potential at depths of 55 – 60 meters, 75 – 85 meters, 98 – 105 meters, and 116 – 125 meters. Line 10 has groundwater potential at depths of 65 – 78 meters, 98 – 105 meters, 110 – 124 meters, and 130 – 142 meters. Line 11 has groundwater potential at depths of 65 – 70 meters, 76 – 80 meters, and 110 – 116 meters. Line 12 has groundwater potential at depths of 65 – 70 meters, 95 – 108 meters, and 120 – 125 meters.

Keywords— Doctoral Service, Pelem Village, Deep Water Source, Geoelectricity

I. PENDAHULUAN

Desa Pelem merupakan sebuah Desa di wilayah Kecamatan Bungkal Kabupaten Ponorogo. Kondisi geografis Desa Pelem berada di kawasan pegunungan, tepatnya di kaki perbukitan di wilayah selatan Kabupaten Ponorogo, dengan jarak tempuh sekitar 30

menit atau sekitar 24 km dari pusat kota kabupaten Ponorogo. Batas wilayah Desa Pelem adalah sebelah utara berbatasan dengan Desa Kalisat dan Desa Munggu Kecamatan Bungkal, sebelah timur berbatasan dengan Desa Munggu, sebelah selatan berbatasan dengan Desa Cepoko

Kecamatan Ngrayun, dan sebelah barat berbatasan dengan Desa Koripan Kecamatan Bungkal. Luas wilayah Desa Pelem adalah 692 ha yang terdiri dari lahan pertanian berupa sawah tadah hujan 118 ha, tanah tegalan 75 ha, tanah perhutani 412 ha [40 % nya ditanami masyarakat] dan sisanya adalah tanah pekarangan penduduk [lahan hunian].

Desa Pelem terbagi dalam 2 (dua) dusun yaitu Dusun Pelem dan Dusun Batur. Dusun Pelem meliputi dukuh pelem, dukuh ngasinan dan dukuh Suwari. Sedangkan Dusun Batur meliputi dukuh Jati, dukuh Asem Cilik, dukuh Batur, dukuh Banaran dan dukuh Pawon. Jumlah penduduk Desa Pelem dari hasil survei sebanyak 1795 jiwa dengan rincian 865 laki-laki dan 930 perempuan. Jumlah keluarga miskin di Desa Pelem sebanyak 76 KK. Mayoritas penduduk Desa Pelem berprofesi sebagai petani dan buruh tani [88 %]. Berdasarkan data Indek Desa Membangun [IDM] yang dirilis oleh Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal dan Transmigrasi menyimpulkan bahwa, Desa Pelem termasuk dalam kategori Desa Berkembang.

Desa Pelem memiliki beberapa keterbatasan dalam membangun wilayahnya dan meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya. Meskipun memiliki lahan pertanian yang luas namun sebagian besar lahan pertaniannya adalah lahan kering yang mengandalkan air tadah hujan, sehingga di musim kemarau lahan tersebut banyak yang tidak ditanami. Kebutuhan air bersih bagi masyarakat juga belum sepenuhnya terpenuhi. Sebagian besar masyarakat masih mengandalkan air bersih yang dialirkan dari sumber mata air di pegunungan sebelah selatan yang debitnya dari tahun ke tahun semakin berkurang karena pembukaan lahan perhutani.



Gambar 1.1

Potret lahan kering dan perbukitan Desa Pelem diambil dari foto udara

Masyarakat desa Pelem sudah sering melakukan pengeboran air dalam, namun kebanyakan mengalami kegagalan karena penentuan titik pengeboran dilakukan dengan perkiraan. Sementara biaya pengeboran air tanah sangat mahal. Untuk mengatasi permasalahan ini, sentuhan Ipteks dibutuhkan untuk memetakan sumber air dalam. Penggunaan teknologi geolistrik dapat dijadikan solusi untuk meminimalkan kegagalan dalam pengeboran sumber air dalam.



Gambar 1.2

Topografi Desa Pelem yang berbukit-bukit

Universitas Brawijaya sebagai salah satu Institusi Pendidikan Tinggi yang mengemban tanggungjawab besar dalam memajukan bangsa dan negara Indonesia merasan terpanggil untuk membantu masyarakat Desa Pelem mengatasi permasalahannya. Melalui Program Doktor Mengabdikan tahun 2021 ini tim Dosen Universitas Brawijaya membantu Pemerintah Desa dan masyarakat Pelem dalam menyelesaikan permasalahan yang

dihadapi yang salah satu kegiatannya adalah memetakan potensi sumber air dalam.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Akuifer

Menurut Soemarto (1995), Akuifer merupakan formasi geologi yang tembus air (*permeable*), yaitu lapisan batuan yang mempunyai struktur yang memungkinkan adanya gerakan air melaluinya dalam kondisi medan biasa atau batuan yang mampu menyimpan dan mengalirkan airtanah. Contohnya pasir, batu pasir, kerikil dan batu gamping. sifat-sifat batuan yang mempengaruhi air tanah dapat dikelompokkan menjadi empat yaitu :

1. Akuifer

Adalah air tanah yang berada dalam formasi geologi yang tembus air (*permeable*), yaitu formasi yang mempunyai struktur yang memungkinkan adanya gerakan air melaluinya dalam kondisi medan biasa. Contoh : pasir, batu pasir kerikil dan batu gamping.

2. Akuitar

Adalah air tanah yang berada dalam formasi geologi yang bersifat setengah tidak tembus air (*semi impermeable*), dapat menyimpan air, tetapi hanya dapat mengalirkan air dalam jumlah terbatas. Contoh : pasir lempungan, batuan lempung pasir dan lempung pasir.

3. Akuiklud

Adalah air tanah yang berada dalam formasi yang sama sekali tidak tembus air (*impermeable*), dimana formasi ini mengandung air tetapi tidak memungkinkan adanya gerakan air yang melaluinya. Contoh : lempung, lanau, tuf halus dan serpih.

4. Akuifuge

Adalah air tanah yang berada dalam formasi kedap air yang tidak mengandung atau mengalirkan air. Contoh : batuan beku yang padat.

Keadaan sebuah akuifer ditentukan oleh struktur geologi dan bentuk topografinya. Dengan mengidentifikasi

susunannya dapat diketahui keadaan dan kedudukan air tanah berdasarkan kemampuannya dalam menahan, menampung, mengalirkan air dan besar kapasitasnya.

Berdasarkan susunan lapisan geologi dan kemampuan mengalirkan air, akuifer dapat dibedakan menjadi empat macam (Sosrodarsono, 1983) yaitu:

1. Akuifer bebas (*Unconfined Aquifer*) adalah akuifer yang muka air tanahnya merupakan bidang batas sebelah atas dari daerah jenuh air dan bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan kedap air (*impermeable*).
2. Akuifer terkekang (*Confined Aquifer*) adalah akuifer yang sepenuhnya jenuh air yang bagian bawah dan atasnya dibatasi oleh lapisan kedap air (*impermeable*) dan mempunyai tekanan yang lebih besar dari tekanan atmosfer.
3. Akuifer setengah terkekang (*Semi Confined Aquifer*) adalah akuifer yang sepenuhnya jenuh air dengan bagian atas dibatasi oleh lapisan setengah kedap air (*semi impermeable*) dan bagian bawahnya terletak pada dasar yang kedap air (*impermeable*).
4. Akuifer menggantung adalah akuifer yang mempunyai massa air tanah terpisah dari tanah induk oleh lapisan yang relatif kedap air yang begitu luas dan terletak diatas daerah jenuh.

Berdasarkan sifat fisik batuan, secara garis besar ada 2 jenis media penyusun akuifer, yaitu sistem media pori dan sistem media rekahan. Pada sistem media berpori, air tanah mengalir melalui rongga antar butir yang terdapat dalam batuan misalnya batu pasir dan batuan aluvial. Sedangkan pada sistem media rekahan, air mengalir melalui rekahan-rekahan yang terdapat pada batuan misalnya pada batu gamping, batuan metamorf dan lava (Seyhan, 1990). Karakteristik batuan pembawa air yang berfungsi sebagai akuifer adalah batuan sedimen yang mempunyai banyak pori-pori

seperti endapan vulkanik klastik, endapan lepas (pasir, kerikil dan kerakal) dan batu gamping berongga. Semakin halus ukuran butiran batuan, maka akan menjadi lapisan pembawa air yang buruk (kedap air) seperti lempung, gamping dan kristalin (Todd, 1980).

Batu gamping dan batu kapur yang telah mengalami pelapukan dan mempunyai lubang yang cukup banyak dapat juga berfungsi sebagai akuifer yang cukup baik. Pada umumnya batuan beku dan metamorfik merupakan akuifer yang buruk kecuali kalau ada rekahan atau retakan dan rongga yang cukup besar sehingga dapat menyediakan saluran air dan tempat penampungannya (Bowles, 1986). Diantara batuan pembawa air adalah batuan sedimen yang merupakan lapisan batuan pembawa air yang terbaik, yang mempunyai banyak pori antar ruang butirnya. Semakin halus ukuran butiran batuan, maka menjadi kelompok lapisan batuan pembawa air yang buruk (kedap air), seperti lempung, napal, gamping dan kristalin. Kedua adalah batuan beku, yang merupakan lapisan batuan pembawa air yang kurang baik, seperti basalt dan andesit. Batuan yang merupakan akuifer terbaik adalah pasir, kerakal dan kerikil (Todd, 1959).

2.2 Metode Geolistrik Resistivitas

Geolistrik resistivitas merupakan metode pendugaan struktur lapisan batuan bawah permukaan bumi berdasarkan nilai resistivitas setiap jenis batuan yang terukur saat diberikan arus listrik yang dimasukkan ke dalam bumi melalui 2 elektroda arus. Arus listrik yang mengalir melalui 2 elektroda menghasilkan beda potensial yang dapat diukur menggunakan dua elektroda potensial. Hasil pengukuran arus dan beda potensial setiap jarak elektroda menghasilkan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan batuan di bawah titik ukur.

Metode resistivitas didasarkan pada kenyataan bahwa sebagian dari arus listrik yang diberikan pada lapisan tanah, tertetras pada kedalaman tertentu dan bertambah besar

dengan bertambahnya jarak antar elektrode, sehingga jika sepasang elektrode diperbesar, distribusi potensial pada permukaan bumi akan semakin membesar dengan nilai resistivitas yang bervariasi (Vingoe, 1972). Aliran konduksi arus listrik di dalam batuan/mineral digolongkan atas tiga macam yaitu konduksi dielektrik, konduksi elektrolitik, dan konduksi elektronik. Konduksi dielektrik terjadi jika batuan/mineral bersifat dielektrik terhadap aliran arus listrik (terjadi polarisasi muatan saat bahan dialiri listrik). Konduksi elektrolitik terjadi jika batuan/mineral bersifat porous dan pori-pori tersebut terisi cairan-cairan elektrolitik. Pada kondisi ini arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolit. Konduksi elektronik terjadi jika batuan/mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan/mineral oleh elektron bebas. Berdasarkan harga resistivitas listriknya, batuan/mineral digolongkan menjadi tiga yaitu:

- konduktor baik : $10^{-6} < \rho < 1 \Omega \text{ m}$
- konduktor buruk : $1 < \rho < 10^7 \Omega \text{ m}$
- isolator : $\rho > 10^7 \Omega \text{ m}$

Untuk interpretasi, hanya ρ ini parameter yang digunakan.

Dalam metode geolistrik ini digunakan definisi-definisi :

1. resistansi : $R = V/I \text{ ohm,}$
2. resistivitas : $\rho = E/J \Omega \text{ m,}$
3. konduktivitas : $\sigma = 1/\rho (\Omega \text{ m})^{-1},$

dengan :

V : beda potensial antara dua buah titik

I : besar arus listrik yang mengalir

E : medan listrik

J : rapat arus listrik (arus listrik persatuan luas)

Potensial Titik Arus di Permukaan Bumi

Untuk permukaan bumi yang dialiri arus I berlaku hukum Ohm:

$$I = -\frac{A dV}{\rho dr}$$

Karena luas bola $A = 2\pi r^2$, maka arus I menjadi :

$$I = -\frac{2\pi r^2}{\rho} \frac{dV}{dr}$$

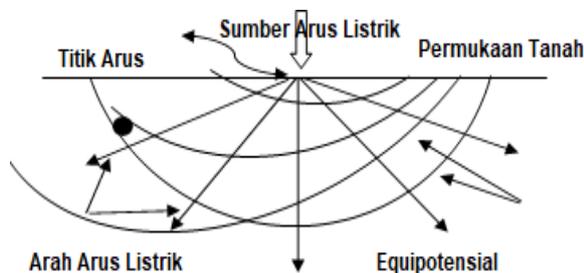
$$dV = -\frac{\rho \cdot I}{2\pi r^2} dr$$

Sehingga potensial di suatu titik sejauh r dari pusat arus adalah :

$$V = \int dV = \int_0^r -\frac{\rho I}{2\pi r^2} dr = \frac{\rho I}{2\pi r}$$

Jadi resistivitas semu adalah :

$$\rho = 2\pi r \frac{V}{I}$$



Gambar 2.1

Asumsi potensial titik arus listrik di permukaan bumi

2.3. Resistivitas Semu Batuan

Dengan asumsi bahwa bumi mempunyai sifat homogen isotropis, maka resistivitas yang terukur pada saat melakukan pengukuran geolistrik merupakan resistivitas sebenarnya dan tidak tergantung pada spasi elektroda. Tetapi pada kenyataannya batuan bumi berlapis-lapis dengan nilai resistivitas yang berbeda-beda sehingga beda potensial yang terukur merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut sehingga nilai resistivitas yang terukur bukan nilai resistivitas untuk satu lapisan (bukan nilai resistivitas yang sebenarnya) tetapi yang terukur adalah nilai resistivitas lebih dari satu lapisan yang disebut apparent resistivity atau resistivitas semu (ρ_a). Hal ini terutama terjadi pada spasi elektroda yang lebar, karena semakin lebar jarak elektroda maka jangkauannya akan semakin dalam.

Harga resistivitas berbagai jenis batuan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kisaran nilai resistivitas batuan

Material	Resistivity (Ohm meter)
Sedimentary Rock	
Shale	10 - 10 ³
Sandstone	1 - 10 ⁸
Limestone	50 - 10 ⁷
Dolomite	10 ² - 10 ⁴
Lavas	10 ² - 5 .10 ⁴
Tuffs	2 .10 ¹ - 2 .10 ²
Unconsolidated Sediment	
Sand	1 - 10 ³
Clay	1 - 10 ²
Marl	1 - 10 ²
Groundwater	
Portable well water	0.1 - 10 ³
Brackish water	0.2 - 1
Sea water	0.2
Supersaline brine	0.5 - 0.2

Sumber : Telford, Geldart and Sheriff, 1976

2.4 Konfigurasi Schlumberger

Pengukuran menggunakan metode geolistrik resistivitas konfigurasi Schlumberger ini memakai 4 elektroda, masing-masing 2 elektroda arus dan 2 elektroda potensial. konfigurasi Schlumberger memiliki jarak $AB > 3MN$. Bertujuan untuk mencatat gradient potensial dimana elektroda potensialnya berjarak pendek. Dalam skema konfigurasi Schlumberger yang ditunjukkan pada gambar 2.2, MN adalah elektroda potensial sedangkan AB adalah elektroda arus dan O adalah titik tengah konfigurasi. Jarak r_3 (elektroda potensial N terhadap elektroda arus A) sama dengan jarak r_2 (elektroda potensial M ke elektroda B). Sedangkan jarak r_1 (elektroda potensial M terhadap elektroda arus A) sama dengan jarak r_4 (elektroda potensial N terhadap elektroda arus B). Konfigurasi ini sering digunakan untuk pengukuran vertical sounding karena penerapannya lebih praktis.

Tahanan jenis semu medium yang terukur dihitung berdasarkan persamaan (Reynolds, 1997)

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I}$$

Keterangan :

ρ : tahanan terukur (*apparent resistivity*)
 ΔV : potensial yang terukur antara elektroda P1 dan P2

I : arus listrik yang mengalir ke tanah melalui elektroda C1 dan C2

K : faktor geometri konfigurasi elektroda

Faktor geometri konfigurasi Schlumberger dapat diketahui berdasarkan

$$\text{persamaan } AM = r1 = \frac{1}{2}(AB - MN),$$

$$BM = r2 = \frac{1}{2}(AB + MN),$$

$$AN = r3 = \frac{1}{2}(AB + MN)$$

$$\text{dan } BN = r4 = \frac{1}{2}(AB - MN)$$

Faktor geometri dapat diperoleh dengan mengetahui nilai beda potensial (ΔV) konfigurasi schlumberger menggunakan persamaan seperti berikut:

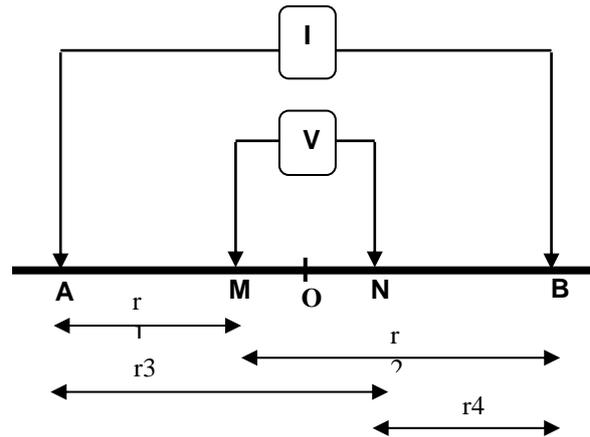
$$K = \pi \left(\frac{AB^2 - MN^2}{4MN} \right)$$

Nilai beda potensial (ΔV) yang telah diperoleh

$$\Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right] = \frac{I\rho}{\pi} \left(\frac{4MN}{AB^2 - MN^2} \right)$$

Sehingga didapatkan persamaan faktor geometri konfigurasi Schlumberger:

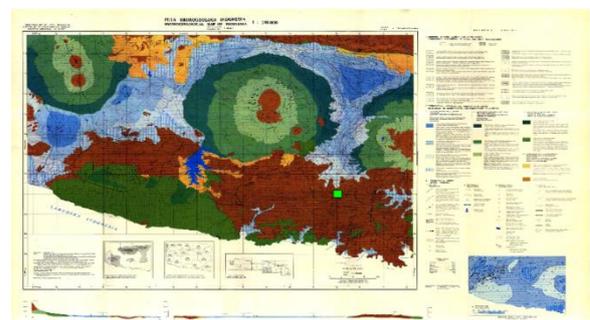
$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} = K \frac{I\rho}{\pi} \left(\frac{4MN}{AB^2 - MN^2} \right) \frac{1}{I}$$



Gambar 2.2
Konfigurasi Schlumberger

2.5 Keadaan Geologi Dan Hidrogeologi di Ponorogo

Keadaan geologi dan keadaan hidrogeologi lokasi pengukuran dapat dilihat berdasarkan peta geologi dan geohidrologi kawasan Kabupaten Ponorogo. Lokasi pengukuran terletak di 1 titik pengukuran dengan Formasi Mandalika (Perselingan breksi gunung api, lava, tuf; bersisipan batupasir tufan, batulanau dan batulempung. Keadaan geohidrologi lokasi pengukuran berdasarkan peta geohidrologi Kabupaten Ponorogo untuk daerah pengukuran ini (Gambar 2.3). Peta ini menunjukkan lokasi pengukuran Titik didaerah akuifer (bercelah atau sarang) dengan produktifitas langka atau akuifer langka air.



Gambar 2.3
Peta hidrogeologi untuk pengukuran geolistrik Kabupaten Ponorogo

III. METODE

Untuk menyelesaikan permasalahan terkait kesulitan masyarakat dalam menentukan titik pengeboran air dalam, maka tim pengmas Program Doktor Mengabdikan Universitas Brawijaya menerapkan metode kaji tindak berupa pemetaan potensi sumber air dalam menggunakan teknik geolistrik di 12 titik lokasi sebagaimana arahan dari Pemerintah Desa Pelem. Tahapan kegiatannya adalah menentukan lokasi pengukuran, melakukan pengukuran, membuat analisa data dan mengambil kesimpulan.

Pengukuran geolistrik di Desa Pelem Kecamatan Bungkal Kabupaten Ponorogo Provinsi Jawa Timur dilakukan di 10 (sepuluh) wilayah RT, antara lain:

- Dukuh Batur RT 4 RW 1 (TGL 1; *Line 1*)
- Dukuh Batur RT 5 RW 1 (*Line 2*)
- Dukuh Batur RT 2 RW 3 (TGL 2; *Line 3*)
- Dukuh Pelem RT 1 RW 1 (TGL 3; *Line 4; Line 5*)
- Dukuh Pelem RT 3 RW 2 (*Line 6; Line Validasi*)
- Dukuh Pelem RT 2 RW 3 (TGL 4; *Line 7; Line 8*)
- Dukuh Pelem RT 3 RW 3 (*Line 9*)
- Dukuh Pelem RT 1 RW 2 (*Line 10*)
- Dukuh Batur RT 3 RW 2 (*Line 11*)
- Dukuh Batur RT 4 RW 2 (*Line 12*)

Pengukuran geolistrik dilaksanakan di sekitar lokasi rencana sumur bor. Pengukuran menggunakan geolistrik resistivitas dan geolistrik ADMT. Konfigurasi elektroda geolistrik resistivitas menggunakan konfigurasi Schlumberger dengan bentang elektroda arus (C_1C_2) sepanjang 300 meter dan elektroda potensial (P_1P_2) sepanjang 50 meter. Dengan jarak bentang sepanjang 300 meter maka akan didapatkan kedalaman pendugaan geolistrik ($C_1C_2/2$) hingga kedalaman 150 meter. Pengukuran geolistrik akan menghasilkan data – data :

- Jarak elektroda arus ($AB/2$) m
- Jarak elektroda potensial (MN) m

- Arus (I) Ampere
- Tegangan (ΔV) Volt

Kemudian data - data hasil pengukuran geolistrik diolah dan diinterpretasi menggunakan metode *Matching Curve* dan *Inverse Methode*, akan menghasilkan informasi litologi batuan dan letak lapisan akuifer. Lokasi pengukuran adalah lahan milik desa atau warga setempat yang telah diketahui dan disetujui aparat desa juga pemilik lahan terkait kegiatan pengukuran geolistrik. Hasil yang diperoleh melalui pengukuran geolistrik yang bersifat pendugaan kemudian dikalibrasi dengan Peta Geologi dan Peta Hidrogeologi yang dapat memberikan pertimbangan tambahan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut persebaran lokasi pengukuran geolistrik di Desa Pelem Kabupaten Ponorogo.

Tabel 4.1

Data koordinat titik-titik geolistrik resistivitas berdasarkan mdpl

No	Keterangan Titik	Lokasi	Koordinat		Elevasi mdpl
			S	E	
1	TGL 01	Dukuh Batur RT.04 RW.02	08°02'43,99 "	111°27'5,78 "	244
2	TGL 02	Dukuh Batur RT.02 RW.03	08°03'3,38"	111°27'29,2 9"	221
3	TGL 03	Dukuh Pelem RT.01R W.01	08°02'13,48 "	111°27'38,4 3"	187
4	TGL 04	Dukuh Batur RT.02 RW.03	08°03'03,10 "	111°28'21,6 6"	581

Sumber: Survey lapangan, 2021

Sedangkan Geolistrik ADMT yang mengidentifikasi lapisan batuan secara horizontal, dengan menggunakan spasi 5 hingga 10 meter tergantung panjang lintasan lahan yang dimiliki. Berikut sebaran *line* geolistrik di Desa Pelem:

Tabel 4.2
Data koordinat titik – titik geolistrik resistivitas berdasar spasi

No	Keterangan Line	Lokasi	Koordinat		Spasi meter
			S	E	
1	Line 01	Dukuh Batur RT.04 RW.0 2	08°02'43,26 "	111°27'6,79" "	10
2	Line 02	Dukuh Batur RT.05 RW.0 1	08°02'45,50 "	111°27'8,97" "	10
3	Line 03	Dukuh Batur RT.02 RW.0 3	08°03'4,35" "	111°27'30,23 "	10
4	Line 04	Dukuh Pelem RT.01 RW.0 1	08°02'13,48 "	111°27'38,43 "	10
5	Line 05	Dukuh Pelem RT.01 RW.0 1	08°02'12,50 "	111°27'35,18 "	5
6	Line 06	Dukuh Pelem RT.03 RW.0 2	08°02'34,07 "	111°27'29,62 "	10
7	Line 07	Dukuh Pelem RT.02 RW.0 3	08°03'7,10" "	111°28'15,18 "	5
8	Line 08	Dukuh Pelem RT.02 RW.0 3	08°03'4,25" "	111°28'21,88 "	5

9	Line 09	Dukuh Pelem RT.03 RW.0 3	08°03'17,26 "	111°28'11,76 "	10
10	Line 10	Dukuh Pelem RT.01 RW.0 2	08°02'34,61 "	111°27'34,81 "	10
11	Line 11	Dukuh Batur RT.03 RW.0 2	08°02'44,90 "	111°27'27,50 "	10
12	Line 12	Dukuh Batur RT 4 RW 2	08°02'52,25 "	111°27'27,06 "	10

Sumber: Survey lapangan, 2021



Gambar 4.1
Lokasi pengukuran geolistrik di Desa Pelem Kabupaten Ponorogo

Pengukuran geolistrik di Dukuh Batur RT 4 RW 2 dilaksanakan sebanyak 1 titik dan 1 line geolistrik. Pengukuran dilakukan dengan membuat lintasan untuk mengukur potensi air tanah secara horizontal menggunakan alat geolistrik ADMT dengan spasi pengukuran sepanjang 10 meter dan jarak pengukuran sejauh 50 meter. Selanjutnya dilakukan pengukuran menggunakan metode *vertical electrical sounding (VES)* dengan kedalaman hingga 150 meter.

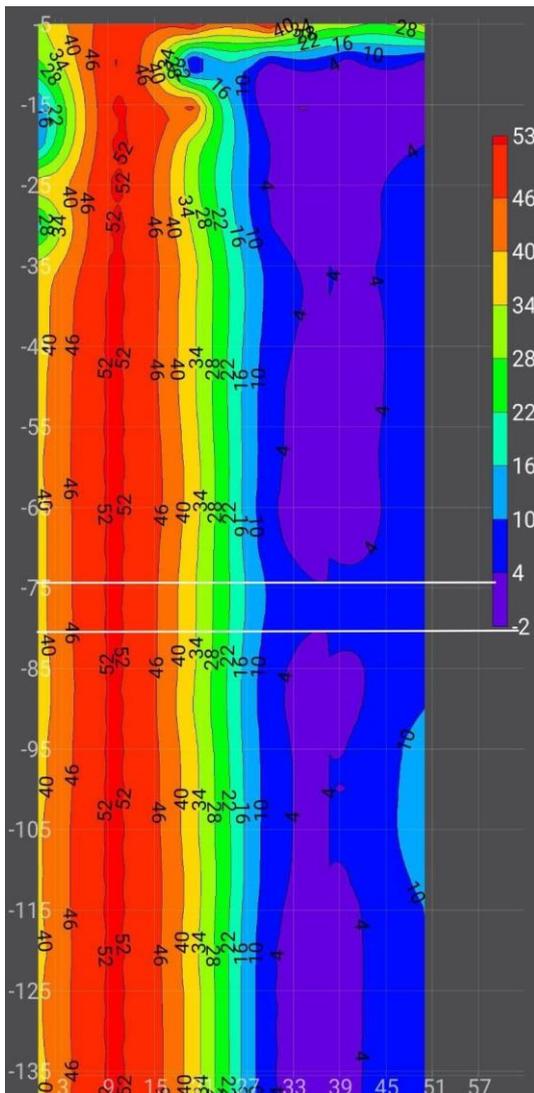
LINE 1

Pengukuran geolistrik *line 1* di Dukuh Batur RT 4 RW 2 dilakukan di jalan kampung, dengan panjang lintas hingga sejauh 50 meter dengan spasi tiap pengamatan sepanjang 10 meter, sehingga akan didapatkan informasi lapisan batuan dan akuifer hingga kedalaman 300 meter.



Gambar 4.3

Lokasi pengukuran geolistrik di Dukuh Batur RT 4 RW 2



Gambar 4.2

Penampang horisontal litologi line 01

TGL 01

Langkah selanjutnya adalah mengukur tahanan jenis batuan dengan menggunakan geolistrik resistivitas. Dilakukan dengan

membentangkan elektroda arushingga sejauh 300 meter dan elektroda potensial sejauh 50 meter. Informasi lapisan batuan didapatkan hingga kedalaman 150 meter. Pengukuran geolistrik resistivitas membutuhkan lahan dengan kondisi masih berupa tanah asli dan relatif lurus, sehingga titik pengukuran menyesuaikan kondisi lahan yang tersedia.

Litologi batuan di sekitar titik pengukuran geolistrik TGL 01 dipengaruhi oleh formasi Mandalika (Tomm). Batuan penyusunnya antara lain: perselingan breksi gunungapi, lava, dan tufa. Berdasarkan identifikasi dengan pengukuran geolistrik, batuan yang ada di titik pengukuran antara lain: lapisan top soil, lempung, tufa, pasir, dan breksi gunungapi. Lapisan permukaan didominasi oleh perselingan lapisan lempung dan tufa hingga kedalaman 16,10 meter. Lapisan permukaan dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, berupa ladang. Lapisan berikutnya diidentifikasi sebagai lapisan batuapung, yaitu batuan lepas dengan ukuran kerikil, kerakal, dan boulder. Dibawah lapisan batuapung berupa lapisan tufa.

Dari hasil pengukuran geolistrik diketahui kondisi tiap kedalaman pengukuran adalah sebagai berikut :

- Lapisan permukaan (Top soil) berupa lapisan tufa dengan nilai resistivitas $28,91 \Omega m$
- Kedalaman 1,51 – 3,34 meter merupakan lapisan lempung dengan nilai resistivitas $9,04 \Omega m$
- Kedalaman 3,34 – 7,67 meter, diidentifikasi sebagai lapisan tufa dengan resistivitas $45,13 \Omega m$.
- Kedalaman 7,67 – 16,10 meter diidentifikasi sebagai lapisan lempung dengan resistivitas $17,78 \Omega m$.
- Kedalaman 16,10 – 35,59 meter diidentifikasi sebagai lapisan batuapung dengan resistivitas $65,85 \Omega m$. Batuan berukuran kerikil hingga boulder yang bersifat lepas.
- Kedalaman 35,59 – 55,52 meter diidentifikasi sebagai lapisan tufa dengan nilai resistivitas $34,94 \Omega m$.

- Kedalaman 55,52 – 70,42 meter diidentifikasi sebagai lapisan breksi dengan nilai resistivitas 242,43 Ω m. Batuan bersifat keras.
- Kedalaman 70,42 – 81,52 meter diidentifikasi sebagai lapisan pasir dengan nilai resistivitas 128,85 Ω m. Berpotensi airtanah.
- Kedalaman 81,52 – 97,82 meter diidentifikasi sebagai lapisan breksi dengan nilai resistivitas 291,69 Ω m. Batuan bersifat keras.
- Kedalaman 97,82 – 114,52 meter diidentifikasi sebagai lapisan pasir dengan nilai resistivitas 138,90 Ω m. Berpotensi airtanah.
- Kedalaman 114,52 – 150 meter diidentifikasi sebagai lapisan breksi dengan nilai resistivitas 238,58 Ω m. Batuan bersifat keras.

Lapisan berikutnya didominasi oleh lapisan batuan keras yaitu batuan breksi. Lapisan batuan breksi diidentifikasi mulai kedalaman 55,52 – 150 meter. Diantara batuan gunungapi teridentifikasi adanya celah – celah yang dapat dialiri oleh air tanah. Celah – celah yang berpotensi terdapat air tanah ada di kedalaman 70,42 – 81,52 meter dan di kedalaman 97,82 – 114,52 meter.

Berdasarkan keterangan peta hidrogeologi lokasi pengukuran merupakan daerah dengan kondisi air tanah langka. Berada pada daerah imbuan dalam sistem air tanah, kondisi aliran air tanah bersifat setempat menjalur. Kegiatan pengboran untuk pemanfaatan air tanah sebaiknya hingga kedalaman 120 meter di celah antar batuan keras, sehingga mendapatkan debit besar dan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil geolistrik resistivitas dan ADMT, maka di lokasi pengukuran RT 4 RW 2 titik pengeboran sumur dalam di rekomendasikan pada Line 1 dengan koordinat S 08°02'43,26 dan E 111°27'6,79 pada elevasi 244 mdpl.

Secara keseluruhan dari hasil pengukuran geolistrik dari Line 1 sampai Line 12 adalah sebagai berikut :

1. Desa Pelem Kecamatan Bungkal

Kabupaten Ponorogo Jawa Timur, memiliki potensi air tanah yang baik dengan diidentifikasinya beberapa lapisan akuifer hingga kedalaman 150 – 200 meter.

2. Dukuh Batur RT 4 RW 2 dengan *line* 1 dan TGL 01 sebagai titik pengukuran geolistrik memiliki susunan litologi batuan antara lain: lapisan top soil (0 – 1,51 meter), lempung (1,51 – 3,34 meter; dan 7,67 – 16,10 meter), tufa (3,34 – 7,67 meter; 35,59 – 55,52 meter), batuapung (16,10 – 35,59 meter), pasir (128,85 – 138,90 meter), dan breksi (55,52 – 70,42 meter; 81,52 – 97,82 meter; 114,52 – 150 meter)
3. Potensi air tanah di sekitar titik geolistrik 01 (TGL 01) dan *line* 1 teridentifikasi di kedalaman 70,42 – 81,52 meter dan 97,82 – 114,52 meter.
4. Dukuh Batur RT 5 RW 2, *line* 2 memiliki potensi air tanah di kedalaman 40 – 85 meter.
5. Dukuh Batur RT 2 RW 3 dengan *line* 3 dan TGL 02 sebagai titik pengukuran geolistrik memiliki susunan litologi batuan antara lain: lapisan top soil (0 – 1,46 meter), lempung (3,13 – 19,05 meter; dan 66,55 – 102,6 meter), tufa (1,46 – 3,13 meter; 34,77 – 66,55 meter; dan 137,49 – 150 meter), dan batuapung (19,05 – 34,77 meter; dan 102,60 – 137,49 meter).
6. Potensi Air tanah di sekitar titik geolistrik 02 (TGL 02) dan *line* 3 teridentifikasi di kedalaman 66,55 – 102,60 meter.
7. Dukuh Pelem RT 1 RW 1 dengan *line* 4, *line* 5, dan TGL 03 sebagai titik pengukuran memiliki litologi batuan antara lain: lapisan top soil (0 – 1,52 m), lempung (3,34 – 15,98m) , tufa (56,09 – 76,81 meter; 95,08 – 127,25 meter; dan 154,24 – 200 meter).
8. Potensi Air tanah di sekitar titik geolistrik 03 (TGL 03) dan *line* 4 teridentifikasi di kedalaman 56,09 – 76,81 meter; dan di kedalaman 95,08 – 127,25 meter.
9. Potensi Air tanah di sekitar *line* 5 teridentifikasi di kedalaman 60 – 62

- meter; 80 – 97 meter dan di kedalaman 105 – 125 meter.
10. Dukuh Pelem RT 3 RW 2, *line 6* memiliki potensi air tanah di kedalaman 80 – 115 meter.
 11. Dukuh Pelem RT 2 RW 3 dengan *line 7*, *line 8* dan TGL 04 sebagai titik pengukuran memiliki litologi batuan antara lain: lapisan top soil (0 – 1,48 m), lempung (16,74 – 43,06 meter; dan 92,22 – 153,58 meter) , tufa (1,48 – 16,74 meter; dan 153,58 – 195,60 meter); batuapung (43,06 – 150 meter; dan 195,60 – 200 meter).
 12. Potensi Air tanah di sekitar *line 7* teridentifikasi di kedalaman 65 – 76 meter dan 123 – 135 meter.
 13. Potensi Air tanah di sekitar *line 8* teridentifikasi di kedalaman 64 – 70 meter, 75 – 86 meter dan 124 – 135 meter.
 14. Dukuh Pelem RT 3 RW 3, *line 9* memiliki potensi air tanah di kedalaman 55 – 60 meter, 75 – 85 meter, 98 – 105 meter, dan 116 – 125 meter.
 15. Dukuh Pelem RT 1 RW 2, *line 10* memiliki potensi air tanah di kedalaman 65 – 78 meter, 98 – 105 meter, 110 – 124 meter, dan 130 – 142 meter.
 16. Dukuh Batur RT 3 RW 2, *line 11* memiliki potensi air tanah di kedalaman 65 – 70 meter, 76 – 80 meter, dan 110 – 116 meter.
 17. Dukuh Batur RT 4 RW 2, *line 12* memiliki potensi air tanah di kedalaman 65 – 70 meter, 95 – 108 meter, dan 120 – 125 meter.
- 81,52 meter dan 97,82 – 114,52 meter. Dukuh Batur RT 5 RW 2, *line 2* memiliki potensi air tanah di kedalaman 40 – 85 meter. Dukuh Batur RT 2 RW 3 dengan *line 3* dan TGL 02 memiliki potensi air tanah teridentifikasi di kedalaman 66,55 – 102,60 meter. Dukuh Pelem RT 1 RW 1 dengan *line 4*, *line 5*, dan TGL 03 sebagai titik pengukuran memiliki potensi air tanah teridentifikasi di kedalaman 56,09 – 76,81 meter; dan di kedalaman 95,08 – 127,25 meter. Potensi Air tanah di sekitar *line 5* teridentifikasi di kedalaman 60 – 62 meter; 80 – 97 meter dan di kedalaman 105 – 125 meter. Dukuh Pelem RT 3 RW 2, *line 6* memiliki potensi air tanah di kedalaman 80 – 115 meter. Dukuh Pelem RT 2 RW 3 dengan *line 7*, *line 8* dan TGL 04 sebagai titik pengukuran memiliki potensi air tanah di sekitar *line 7* teridentifikasi di kedalaman 65 – 76 meter dan 123 – 135 meter. Potensi Air tanah di sekitar *line 8* teridentifikasi di kedalaman 64 – 70 meter, 75 – 86 meter dan 124 – 135 meter. Dukuh Pelem RT 3 RW 3, *line 9* memiliki potensi air tanah di kedalaman 55 – 60 meter, 75 – 85 meter, 98 – 105 meter, dan 116 – 125 meter. Dukuh Pelem RT 1 RW 2, *line 10* memiliki potensi air tanah di kedalaman 65 – 78 meter, 98 – 105 meter, 110 – 124 meter, dan 130 – 142 meter. Dukuh Batur RT 3 RW 2, *line 11* memiliki potensi air tanah di kedalaman 65 – 70 meter, 76 – 80 meter, dan 110 – 116 meter. Dukuh Batur RT 4 RW 2, *line 12* memiliki potensi air tanah di kedalaman 65 – 70 meter, 95 – 108 meter, dan 120 – 125 meter.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan data geolistrik dan analisisnya, lapisan batuan dan potensi air tanah di sekitar titik pengukuran geolistrik Desa Pelem Ponorogo dapat disimpulkan bahwa : Desa Pelem secara umum memiliki potensi air tanah yang baik dengan hasil identifikasi beberapa lapisan akuifer sampai kedalaman 150 - 200 meter. Dukuh Batur RT 4 RW 2 dengan *line 1* dan TGL 01 sebagai titik pengukuran geolistrik memiliki potensi air tanah teridentifikasi di kedalaman 70,42 –

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Abderahman, 2019. *Magnetotelluric deep into groundwater exploration*. Geology Department, Helwan University.
- A. Djaeni., 1982, *Peta hidrogeologi indonesia, lembar IX Yogyakarta skala 1: 250.000*. Direktorat Geologi tata lingkungan. Bandung.

- Anonim, 2008, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 43 Tahun 2008 tentang Air Tanah.
- Anonim, 2017, RPJM Desa Pelem 2017 – 2022, Ponorogo
- Asmaranto. R., 2012. Identifikasi Air Tanah (*Groundwater*) Menggunakan Metode Resistivity (Geolistrik with IP2WIN Software). e-book learning, MK Hidrogeologi Jurusan Teknik Pengairan FT-Universitas Brawijaya. https://www.academia.edu/6998448/identifikasi_AirTanah_menggunakan_geolistrik_IP2WIN
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Ponorogo, 2021, *Kabupaten Ponorogo Dalam Angka, Ponorogo Regency in Figures 2021*. www.ponorogokab.bps.go.id Diakses bulan September 2021
- Bisri, M., 2012, *Air tanah; Studi Tentang Pendugaan Air Tanah , Sumur Air Tanah, Dan Upaya Dalam Konservasi Air Tanah*. Malang: UB Press.
- Bowles, Joseph E. 1986. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta : Erlangga.
- Charolin Pebrianti, 2019. *Kekeringan Berkepanjangan, Tiga Sungai Besar di Ponorogo Kering*. www.news.detik.com diakses bulan September 2021.
- Direktorat Pengelolaan Air, 2010. *Pedoman Teknis Rehabilitasi Jaringan Tingkat Usahatani(JITUT)/Jaringan Irigasi Desa (JIDES)*. Direktorat Jenderal Pengelolaan Lahan dan Air, Departemen Pertanian. Jakarta.
- Emmawan H, D. Santoso, H. Sumarni, dan H. Istanto. 2009. *Kriteria Pengembangan & Pengelolaan Irigasi Air Tanah*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Sumber Daya Air Direktorat Irigasi.
- H. Samodra, S. Gafoer, dan S. Tjokrosoetro., 1992, *Peta Geologi Lembar Pacitan, Jawa*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Reynolds, J.M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. New York : John Wiley and sons
- Soemarto, C, D. 1995. *Hidrologi Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. 380 hlm.
- Sosrodarsono, Suyono. 1983. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Todd, David K. 1980. *Groundwater Hydrology*. John Willey & Son, New York
- Vebrianto, S., 2016, *Eksplorasi Metode Geolistrik: Resistivitas, Polarisasi Terinduksi, dan Potensial Diri*. Malang: UB Press.
- Vingoe, P., 1972. *Electrical resistivity surveying*. ABEM geophysical memorandum 5/72, pp. 1-13. <https://prodeskel.binapemdes.kemendagri.go.id/mpublik>
<https://sid.kemendes.go.id>