

IDENTIFIKASI LAPISAN AKUIFER DANGKAL BERDASARKAN MODEL 2D DAN 3D RESISTIVITAS DI DESA SUKMAJAYA, KABUPATEN BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT

IDENTIFICATION OF SHALLOW AQUIFER LAYERS BASED ON 2D AND 3D RESISTIVITY MODEL IN , BOGOR REGENCY

Dicky Prasetya¹ dan Retno Yogi Widjayanti²

- 1) Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jl.Ir.H.Juanda No.95 Ciputat, Tangerang Selatan , 15412
- 2) Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Wil II Tangerang Selatan, Jl.Abdul Ghani no.5 Ciputat Timur, Tangerang Selatan, 15419
*Email: Dickyprasetya007@gmail.com

ABSTRAK

Akuifer dangkal banyak dimanfaatkan masyarakat untuk penggunaan air bersih karena berada dekat dengan permukaan, namun cadangan akuifer ini tidak bisa dipastikan dapat bertahan dalam jangka waktu lama apabila terjadi musim kemarau yang berkepanjangan. Salah satu daerah yang memiliki akuifer dangkal adalah Pesantren Darul Irsyad, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Akuifer yang ada di bawah permukaan pesantren tersebut harus tetap dijaga agar tidak terjadi kekeringan pada saat musim kemarau berlangsung. Maka dari itu perlu mencari sumber air tanah alternatif dengan melakukan identifikasi lapisan akuifer bawah permukaan yang dilakukan dengan metode geolistrik. Data geolistrik yang digunakan merupakan data primer hasil survei lapisan akuifer dengan pengukuran sebanyak 10 lintasan. Konfigurasi yang digunakan yaitu dipole-dipole dengan spasi elektroda terkecil 10 m dan panjang lintasan bervariasi dari 100–200 m. Berdasarkan hasil identifikasi lapisan akuifer dangkal, dapat ditarik kesimpulan bahwa pada model 2D terdapat 3 litologi yaitu lapisan alluvial dengan kedalaman rata-rata 0 – 12.5 m dengan nilai resistivitas 259 – 428 Ohm.m, lapisan pasir dengan kedalaman rata-rata 5 – 17.5 m dengan nilai resistivitas 57.4 – 157 Ohm.m dan lapisan akuifer dangkal sebagai target penelitian dengan kedalaman 7.5 – 20 m dengan nilai resistivitas 12.7 – 34.7 Ohm.m. Pada model 3D terlihat bahwa lapisan akuifer dangkal menerus pada tiap lintasan dan saling terhubung. Isosurface yang diatur yaitu bernilai ≤ 34.7 Ohm.m dimana nilai ini termasuk dalam kategori nilai resistivitas rendah yang diduga sebagai lapisan akuifer dangkal dengan jenis akuifer bebas.

Kata kunci: Akuifer Dangkal, Geolistrik, Pesantren Darul Irsyad, dan Resistivitas.

ABSTRACT

Shallow aquifers are widely used by the community for the use of clean water because they are close to the surface, but it is not certain that these aquifer reserves will last for a long time if there is a prolonged dry season. One area that has a shallow aquifer is the Darul Irsyad Islamic Boarding School, Bogor Regency, West Java. The aquifer that is under the surface of the pesantren must be maintained so that it does not dry out during the dry season. Therefore it is necessary to find alternative groundwater sources by identifying subsurface aquifer layers using the geoelectric method. The geoelectric data used is the primary data from the survey results of the aquifer layers with measurements of 10 tracks. The configuration used is dipole-dipole with the smallest electrode spacing

of 10 m and path lengths varying from 100–200 m. Based on the identification of shallow aquifer layers, it can be concluded that in the 2D model there are 3 lithologies, namely alluvial layers with an average depth of 0 – 12.5 m with a resistivity value of 259 – 428 Ohm.m, sandstone layers with an average depth of 5 – 17.5 m with a resistivity value of 57.4 – 157 Ohm.m and a shallow aquifer layer as a research target with a depth of 7.5 – 20 m with a resistivity value of 12.7 – 34.7 Ohm.m. In the 3D model it can be seen that the shallow aquifer layers are continuous on each track and are connected to each other. The regulated isosurface is ≤ 34.7 Ohm.m where this value is included in the low resistivity value category which is suspected as a shallow aquifer layer with a free aquifer type.

Keywords : Geoelectric, Resistivity, Shallow Aquifer

1. Pendahuluan

Air sangat penting bagi setiap makhluk hidup, dapat dikatakan bahwa tidak ada air berarti tidak ada kehidupan. Sumber daya air merupakan sumber daya terbaru namun ketersediaannya tidak selalu sesuai dengan waktu, ruang, jumlah dan mutu yang dibutuhkan. Pertambahan penduduk dan pertumbuhan ekonomi telah meningkatkan kebutuhan air baik jumlah maupun kualitasnya. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut maka perlu mengoptimalkan kebutuhan air bersih di seluruh daerah di Indonesia.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 528 tahun 1982 tentang kualitas air tanah yang berhubungan dengan kesehatan bahwa air tanah mempunyai peranan dalam pemeliharaan, perlindungan dan mempertinggi derajat kesehatan rakyat, mencegah pencemaran air tanah [1]. Tidak adanya layanan PDAM sebagai alternatif sumber air di kondisi kering sangat menyulitkan masyarakat dalam mendapatkan air bersih untuk keperluan sehari-hari. Alternatif solusi bagi permasalahan ini adalah eksploitasi air bersih yang bersumber dari air formasi bawah permukaan. Air ini terdapat di lapisan akuifer, yaitu suatu lapisan yang berada di bawah permukaan yang memiliki kemampuan untuk membawa dan meloloskan air dalam jumlah yang cukup ekonomis [2].

Berdasarkan kedudukannya terhadap permukaan, Akuifer terbagi menjadi dua yaitu akuifer dalam dan akuifer dangkal. Akuifer dalam memiliki cadangan akuifer yang jauh dari permukaan, sehingga tidak banyak dimanfaatkan walaupun memiliki ketersediaan air yang lebih banyak. Sedangkan akuifer dangkal banyak dimanfaatkan masyarakat untuk penggunaan air bersih karena berada dekat dengan permukaan, namun akuifer ini tidak bisa dipastikan dapat bertahan dalam jangka waktu lama, karena cadangan volumenya yang tidak sebanyak akuifer [3].

Menyadari akan arti pentingnya air bersih dalam kehidupan sehari-hari, maka dipandang penting untuk mengadakan penelitian dalam menemukan sumber air bersih sebagai salah satu pemanfaatan anugrah yang diberikan oleh Allah SWT di Desa Sukmajaya, Kec Tajur Halang, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Eksplorasi air tanah dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya metode geolistrik berupa pengukuran nilai resistivity guna mengetahui kondisi bawah permukaan secara akurat, yang nantinya berguna dalam mengetahui zona akumulasi air tanah [4].

Penelitian ini dilakukan karena di Desa tersebut memiliki mata air yang bersih dan bisa langsung dikonsumsi. Maka dari itu penelitian

ini dilakukan untuk mengetahui lebih detail kondisi geologi bawah permukaan tanah seperti lapisan tanah, kemana persebaran air tanah, dan pada kedalaman berapa air tanah tersebut [5]. Untuk mengetahui jenis lapisan batuan yang dilalui oleh air tanah, maka dilakukan dengan mencari nilai resistivitas suatu batuan di bawah permukaan tanah menggunakan metode geolistrik tahanan jenis.

Keberadaan air tanah belum tentu dengan mudah dapat diakses. Identifikasi akuifer yang memadai perlu dilakukan secara mendetail agar memberikan informasi yang dibutuhkan dalam upaya eksplorasi nantinya. Misalnya dalam perencanaan pembuatan sumur bor dibutuhkan informasi resistivitas lapisan batuan bawah permukaan, karena dari informasi ini dapat diperkirakan tebal dan kedalaman lapisan akuifer berdasarkan nilai resistivitas bawah tanahnya [6].

Hal tersebut yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian ini guna mengeksplorasi dan mengeksploitasi air tanah yang terdapat pada lapisan Akuifer di daerah penelitian.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Metode Geolistrik Resistivitas

Metode geolistrik adalah salah satu metode eksplorasi dalam bidang geofisika yang memanfaatkan sifat kelistrikan dari lapisan bumi. Metode geolistrik ditinjau dari sumber arus listrik yang digunakan dapat dibedakan menjadi tiga yaitu; metode potensial diri, induksi polarisasi, dan metode pengukuran resistivitas. Metode geolistrik resistivitas merupakan cabang dari metode geolistrik yang dapat mengidentifikasi struktur bawah permukaan bumi berdasarkan nilai resistivitasnya. Metode ini telah banyak digunakan

untuk keperluan geoteknik, identifikasi mineral, mitigasi bencana, studi kasus daerah panas bumi bahkan pada zona patahan. Kendati demikian, metode ini lebih cocok untuk eksplorasi dangkal seperti eksplorasi akuifer bawah permukaan. Kedalaman metode resistivitas bisa disesuaikan dengan panjang bentangan elektroda pada saat pengukuran di lapangan.

Prinsip kerja dari metode geofisika resistivitas adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus. Beda potensial yang terjadi diukur melalui dua elektroda potensial. Dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga hambatan jenis masing-masing lapisan di bawah titik ukur [8].

Data yang terukur pada saat akuisisi merupakan data nilai resistivitas lapisan bawah permukaan bumi yang kemudian dilakukan perhitungan inversi. Hasil perhitungan inversi digambarkan dalam pemodelan 2D berupa kedalaman lapisan dan sebaran nilai resistivitas batuan yang dapat diinterpretasikan dengan melihat tatanan geologi di daerah penelitian. Di dalam metode resistivitas terdapat dua macam metode pengambilan data, diantaranya yaitu:

1. Metode Resistivitas *Mapping*
Metode resistivitas *mapping* merupakan metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari variasi nilai resistivitas batuan bawah permukaan secara horizontal. Pada metode ini digunakan konfigurasi elektroda yang sama untuk semua titik pengamatan di permukaan bumi yang kemudian dibuat kontur resistivitasnya.
2. Metode Resistivitas *Sounding*
Metode resistivitas *sounding* bertujuan untuk mempelajari variasi nilai resistivitas batuan di

bawah permukaan bumi secara vertikal. Pengukuran pada metode ini dilakukan dengan mengubah-ubah jarak elektroda. Perubahan jarak elektroda ini dilakukan secara bervariasi, tetapi dimulai dari jarak elektroda terkecil kemudian membesar secara gradual. Jarak elektroda ini sebanding dengan kedalaman lapisan batuan yang terdeteksi, dimana semakin besar jarak elektroda tersebut, maka semakin dalam lapisan batuan yang dapat diidentifikasi.

Pengukuran metode geolistrik resistivitas dilakukan dengan mengukur beda potensial bawah permukaan tanah setelah menginjeksikan arus listrik DC (Direct Current) ke dalam tanah. Pengukuran geolistrik resistivitas secara umum menggunakan 4 elektroda yaitu 2 elektroda sebagai penginjeksi arus dan 2 elektroda lainnya bekerja sebagai pengukur beda potensial. Pengukuran resistivitas di metode ini terdapat berbagai jenis konfigurasi perpindahan elektroda berdasarkan peletakan posisi elektroda. Beberapa konfigurasi yang sering digunakan antara lain konfigurasi Schlumberger, Wenner, dan dipole-dipole [11]. Masing-masing konfigurasi tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan, sehingga penggunaan jenis konfigurasi bisa disesuaikan dengan target eksplorasi yang dibutuhkan.

Kekurangan dan kelebihan masing-masing konfigurasi ini dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Perbandingan jenis-jenis konfigurasi listrik [10].

Konfigurasi	Kelebihan	Kekurangan
Wenner	Keakuratan nilai tegangan pada elektroda MN lebih baik dalam angka yang relatif besar.	Tidak dapat merepresentasikan homogenitas batuan di dekat permukaan.
Schlumberger	Dapat merepresentasikan adanya non-homogenitas lapisan batuan di bawah permukaan.	Pembacaan tegangan pada elektroda MN lebih kecil, ketika jarak AB jauh.
Dipole-dipole	Memiliki kemampuan penetrasi kedalaman lapisan yang lebih dalam.	Tidak praktis dibandingkan konfigurasi wenner atau schlumberger.

2.1.1 Hukum Ohm

Prinsip dasar dari Hukum Ohm merupakan dasar perhitungan pada rangkaian elektronika dikarenakan berhubungan dengan tiga besaran utama yaitu tegangan, arus dan hambatan. Hukum Ohm didefinisikan sebagai hubungan antara arus listrik yang mengalir di sebuah kawat dengan beda tegangan, yaitu:

$$V = I \cdot R \quad (2.1)$$

Dimana arus (I) sebanding dengan tegangan (V), sehingga bisa diperoleh rumus resistansi sebagai berikut:

$$R = \frac{V}{I} \quad (2.2)$$

- Pipa air merupakan resistensi (R) dalam rangkaian, dihitung di dalam Ohm (Ω).
- Air merupakan arus listrik (I) yang mengalir di dalam rangkaian, dihitung di dalam ampere (A).
- Perbedaan tinggi antara air yaitu tegangan (V) dalam rangkaian, dihitung dengan volt (V).

Dari rumus diatas dapat disimpulkan bahwa ketika nilai resistansi besar, maka untuk mengalirkan suatu arus dibutuhkan beda potensial yang besar juga. Aliran arus listrik di dalam batuan terjadi jika batuan

tersebut mengandung banyak elektron bebas. Aliran listrik juga dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik masing-masing batuan yang dilewatinya. Salah satu sifat atau karakteristik batuan tersebut adalah resistivitas yang menunjukkan kemampuan bahan tersebut untuk menghantarkan arus listrik. Semakin besar nilai resistivitas suatu bahan maka semakin sulit bahan tersebut menghantarkan arus listrik, begitu pula sebaliknya.

2.1.2 Sifat Kelistrikan Batuan

Aliran arus listrik didalam batuan/mineral dapat digolongkan menjadi tiga macam, yaitu konduksi secara elektronik, konduksi secara elektrolitik dan konduksi secara dielektrik

1. Konduksi secara elektronik
 Konduksi ini terjadi jika batuan atau mineral mempunyai banyak elektron bebas sehingga arus listrik dialirkan dalam batuan atau mineral oleh elektron-elektron bebas tersebut.
2. Sebagian besar batuan merupakan konduktor yang buruk dan memiliki resistivitas yang sangat tinggi. Batuan biasanya bersifat porus dan memiliki pori-pori yang terisi oleh fluida terutama air. Batuan-batuan tersebut menjadi konduktor elektrolitik, di mana konduksi arus listrik dibawa oleh ion-ion elektrolitik dalam air. Konduktivitas dan resistivitas batuan porus bergantung pada volume dan susunan pori-porinya. Konduktivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan bertambah banyak, dan sebaliknya resistivitas akan semakin besar jika kandungan air dalam batuan berkurang.
3. Konduksi secara dielektrik
 Konduksi pada batuan atau mineral bersifat dielektrik

terhadap aliran listrik, artinya batuan atau mineral tersebut mempunyai elektron bebas sedikit, bahkan tidak ada sama sekali. Tetapi karena adanya pengaruh medan listrik dari luar maka elektron dalam bahan berpindah dan berkumpul terpisah dari inti, sehingga terjadi polarisasi.

Tabel 2.2. Variasi Resistivitas Material Bumi (Batuan)

Bahan	Resistivitas (Ωm)
Air (udara)	~
Pyrite (pirit)	0,01-100
Quartz (kwarsa)	500-800.000
Calcite (kalsit)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Rock salt (garam batu)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granite (granit)	200-100.000
Andesite (andesit)	$1,7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basalt (basal)	200-100.000
Soil (tanah)	1-10
Silkcley (lempung halus)	30
Marls (pasiran)	3-70
Unconsolidate wet clay (lempung basah)	20
Limestones (batu gamping)	500-10.000
Sandstones (batu pasir)	200-8.000
Shales (batu tulis)	20-2.000
Sand (pasir)	1-1.000
Clay (lempung)	1-100
Fres water	3-100
Ground water (air tanah)	0.5-300
Magnetite (magnetit)	0.01-1.000
Dry gravel (kerikil kering)	600-10.000
Alluvium and sands (aluvium dan pasir)	10-800
Gravel (Kerikil)	100-600

2.1.3 Susunan Lapisan Akuifer

Suatu formasi geologi yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan air tanah disebut akuifer. Lapisan pasir atau kerikil adalah salah satu formasi geologi yang dapat bertindak sebagai akuifer. Namun demikian sebagai hasil dari keragaman geologinya, akuifer sangat beragam dalam sifat-sifat hidroliknya (kelulusan dan simpanan) dan volume tandonnya (ketebalan dan sebaran geografinya). Berdasarkan sifat-sifat tersebut

akuifer dapat mengandung air tanah dalam jumlah yang sangat besar dengan sebaran yang luas hingga ribuan km².

Ditinjau dari kedudukannya terhadap permukaan, akuifer dapat digolongkan menjadi dua, yaitu:

1. Akuifer Dangkal

Akuifer dangkal pada umumnya berasosiasi dengan akuifer tak tertekan, yakni yang tersimpan dalam akuifer dekat permukaan hingga kedalaman diperkirakan kurang d

ari 40 m. Lapisan akuifer dangkal merupakan lapisan akuifer yang sangat banyak dimanfaatkan. Lapisan ini sangat dipengaruhi oleh musim, apabila terjadi musin kemarau yang berkepanjangan, maka cadangan akuifer bisa cepat habis.

2. Akuifer Dalam

Akuifer dalam pada umumnya berasosiasi dengan akuifer tertekan, yakni tersimpan dalam akuifer pada kedalaman lebih dari 40 m. Lapisan akuifer dalam atau lapisan akuifer tertekan merupakan lapisan akuifer yang dibatasi dengan lapisan kedap air atau lapisan *impermeable*. Lapisan akuifer ini masih jarang dimanfaatkan sebagai sumber air tanah dan keberadaannya yang berada sangat jauh di bawah permukaan.

Keberadaan akan air tanah di suatu tempat berbeda, hal ini tergantung ada tidaknya lapisan batuan yang mengandung air tanah. Kedalaman airtanah di suatu daerah tidak sama dengan daerah lain, tergantung dari ketebalan lapisan di atasnya dan kedudukan akuifer. Sehingga tidak boleh sembarangan bila melakukan pengeboran, apabila melakukan pengeboran langsung tanpa survei

keberadaan akuifer, bisa jadi pengeboran gagal dan tidak mendapatkan sumber air tanah. Untuk mengidentifikasi keberadaan lapisan akuifer ini dapat dilakukan survei menggunakan salah satu metode geofisika yaitu metode resistivitas.

2.2.2 Tipe-Tipe Akuifer

Sebaran akuifer dan non akuifer dibawah permukaan tanah, dikenali adanya sistim akuifer sebagai berikut [11]:

a. Akuifer Bebas (*Unconfined Aquifer*)

Akuifer bebas memiliki lapisan lolos air yang hanya sebagian terisi oleh air dan berada di atas lapisan kedap air. Permukaan tanah pada aquifer ini disebut dengan *water table* (preatik level), yaitu permukaan air yang mempunyai tekanan hidrostatik sama dengan atmosfer.

b. Akuifer Tertekan (*Confined Aquifer*)

Akuifer tertekan yaitu aquifer yang seluruh jumlahnya air yang dibatasi oleh lapisan kedap air, baik yang di atas maupun di bawah, serta mempunyai tekanan jenuh lebih besar dari pada tekanan atmosfer.

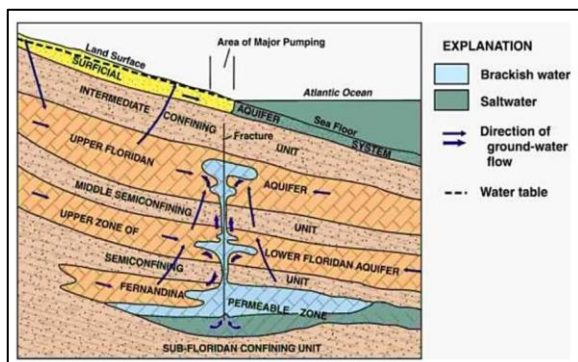
c. Akuifer Semi Tertekan (*Semi Confined Aquifer*)

Akuifer semi tertekan yaitu aquifer yang seluruhnya jenuh air, dimana bagian atasnya dibatasi oleh lapisan semi lolos air dibagian bawahnya merupakan lapisan kedap air.

d. Akuifer Semi Bebas (*Semi Unconfined Aquifer*)

Akuifer semi bebas yaitu aquifer yang bagian bawahnya yang merupakan lapisan kedap air, sedangkan bagian atasnya merupakan material berbutir halus, sehingga pada lapisan

penutupnya masih memungkinkan adanya gerakan air. Dengan demikian aquifer ini merupakan peralihan antara aquifer bebas dengan aquifer semi tertekan.



Gambar 2.6. Skema perlapisan akuifer.

Ragam litologi penyusun dan struktur geologi yang didalamnya terdapat air tanah akan mempengaruhi potensi, karakteristik akuifer, dan dinamika air. Ragam litologi disuatu wilayah dapat diketahui melalui proses identifikasi litologi akuifer tersebut. Penggambaran model stratum geologis penyusun akuifer disebut dengan hidrostratigrafi yang didalamnya terdapat informasi mengenai karakteristik air tanah.

2.3 Air Tanah

Air tanah merupakan sumber air yang sangat penting bagi keseharian kehidupan penduduk Indonesia. Selain untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia, air tanah juga dimanfaatkan untuk pertanian serta industri. Air tanah merupakan salah satu komponen dalam peredaran air di bumi yang dikenal sebagai siklus hidrologi. Dengan demikian air tanah adalah salah satu sumber daya alam yang dapat diperbaharui, tetapi hal ini tidak berarti sumber daya ini dapat dieksploitasi tanpa batas. Eksploitasi air tanah yang tidak terkontrol dapat mengakibatkan dampak negatif terhadap keseimbangan alam itu sendiri. Pengembangan sumber air tanah harus berdasar pada konsep

pengawetan, yaitu memanfaatkan air tanah secara optimal, mencegah pemborosan dengan menjaga skala prioritas pemakaian dan menjaga kelestarian alam.

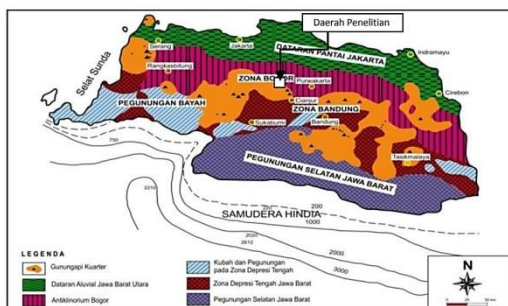
Air merupakan komponen yang sangat penting bagi kehidupan di muka bumi. Sirkulasi suplai air di bumi juga disebut siklus hidrologi. Siklus ini berawal dari sistem energi matahari yang merupakan energi yang berperan cukup penting bagi siklus hidrologi memancarkan energinya sehingga air yang berasal dari danau, rawa, sungai maupun dari laut secara tetap mengalami evaporasi menjadi uap air yang naik ke atmosfer. Angin akan mengangkut uap air pada jarak yang sangat jauh dan akan berkumpul membentuk awan, setelah mengalami jenuh akan berubah menjadi butiran-butiran air. Butiran air yang jatuh ke permukaan bumi juga disebut dengan hujan. Turunnya hujan ke bumi ini mengakhiri siklus hidrologi dan akan dimulai dengan siklus yang baru.

2.4. Tatanan Geologi Regional Daerah Penelitian

Pesantren Darul Irsyad merupakan lembaga pendidikan Islam yang berada di Desa Sukmajaya, Kabupaten Bogor. Kondisi geologi daerah penelitian dan sekitarnya memiliki karakteristik yang cukup beragam. Secara morfologi daerah penelitian terdiri dari daerah perbukitan dan pendataran dengan sungai utama dan anak sungai membentuk pola aliran tertentu. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian terdiri dari struktur patahan dan lipatan. Disamping itu kondisi litologi yang beraneka ragam juga sangat menarik untuk dikaji.

2.4.1 Fisiografi Daerah Penelitian

Berdasarkan kondisi fisiografi Jawa Barat, daerah penelitian termasuk ke dalam Zona Bogor yang merupakan zona antiklinorium lapisan-lapisan berumur Neogen yang terlipat kuat secara intensif, zona ini banyak dipengaruhi oleh aktivitas tektonik dengan arah tegasan relatif berarah utara selatan dan sumbu lipatan berarah relatif barat-timur. Inti klonarium ini terdiri atas lapisan-lapisan batuan yang berumur Miosen dan sayapnya ditempati oleh batuan yang lebih muda yaitu berumur Pliosen-Plistosen. Umumnya terdiri dari batu lempung dan breksi yang merupakan endapan turbidit, disertai beberapa intrusi hypabisal. Zona ini juga memiliki banyak intrusi yang berbentuk *volcanic neck*, *stock* dan *boss* (Gambar 2.7).



Gambar 2.7. Peta fisiografi Jawa Barat

2.5 Program Komputer Res2DinV

Program komputer Res2DinV adalah program komputer yang secara otomatis menentukan model resistivitas 2 dimensi (2-D) untuk bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik. Model 2-D menggunakan program inversi dengan teknik optimasi least-square non linier dan subroutine dari permodelan maju digunakan untuk menghitung nilai resistivitas semu. Data hasil survey geolistrik di simpan dalam bentuk file *.dat dengan data dalam file tersebut tersusun dalam order sebagai berikut:

Line 1 – Nama tempat dari garis survei

Line 2 – Spasi elektroda terpendek

Line 3 – Tipe Pengukuran (Wenner = 1, Pole-pole = 2, Dipole-dipole = 3, Pole-dipol = 4, Schlumberger = 7)

Line 4 – Jumlah total datum point

Line 5 – Tipe dari lokasi x datum point. Masukkan 0 bila letak elektroda pertama diketahui. Gunakan 1 jika titik tengahnya diketahui.

Line 6 – Ketik 1 untuk data IP dan 0 untuk data resistivitas.

Line 7 – Posisisi x, spasi elektroda, (faktor pemisah elektroda (n) untuk dipole- dipole, pole-pole, dan wenner-schlumberger) dan harga resistivitas semu terukur pada datum point pertama.

Line 8 – Posisisi x, spasi elektroda dan resistivitas semu yang terukur untuk datum point kedua. Dan seterusnya untuk datum point berikutnya. Setelah itu diakhiri dengan empat angka 0.

3. Metode Penelitian

3.1. Data dan Metode Penelitian

Data geolistrik yang digunakan merupakan data primer hasil survei lapisan akuifer yang berlokasi di Desa Sukmajaya, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Dalam survei tersebut akuisisi data geolistrik dilakukan sebanyak 10 lintasan. Jenis konfigurasi yang digunakan dalam akuisisi data geolistrik resistivitas ini menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi elektroda terkecil adalah 10 m dengan panjang lintasan bervariasi mulai dari 100 m hingga 200 m.

Tabel 3.2 Distribusi Lintasan Geolistrik.

No.	Lintasan	Nama
1	PT_1.0 – PT_1.20	L1
2	PT_2.0 – PT_2.20	L2
3	PT_3.0 – PT_3.20	L3
4	PT_4.0 – PT_4.10	L4
5	PT_5.0 – PT_5.10	L5
6	PT_6.0 – PT_6.20	L6
7	PT_7.0 – PT_7.20	L7
8	PT_8.0 – PT_8.20	L8
9	PT_9.0 – PT_9.20	L9
10	PT_10.0 – PT_10.20	L10

3.2 Instrumen Penelitian

3.2.1 Perangkat Keras

- 1) *Global Position System* (GPS) *Garmin*
- 2) 2 gulung rol meter
- 3) Buku catatan lapangan
- 4) Alat komunikasi *Handie Talkie* (HT)
- 5) Satu set peralatan metode geolistrik :
 - a) 1 buah main unit
 - b) 4 kabel gulung
 - c) 12 elektroda
 - d) Kabel penghubung
 - e) Palu
 - f) Aki 12 V

3.2.2 Perangkat Lunak

- 1) Notepad
- 2) Res2dinv
- 3) Voxler
- 4) Google Earth
- 5) Surfer
- 6) Ms. Office

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pengambilan Data Lapangan

Tahap pertama yang dilakukan adalah pengambilan data geolistrik, dimana pengambilan data ini membutuhkan waktu kurang lebih 3 Minggu karena terdapat 10 lintasan geolistrik dengan panjang 200 m, pada pengambilan data ini menggunakan konfigurasi dipole – dipole karena penetrasi kedalaman yang sangat baik dengan

kesensitifan yang tinggi untuk arah horizontal dan sedang untuk arah vertikal dan dibutuhkan beberapa alat yaitu elektroda sebagai penghantar arus listrik dari permukaan ke bawah permukaan, palu sebagai alat untuk memukul ujung elektroda hingga masuk ke tanah, main unit untuk mengatur konfigurasi dan keseluruhan alat geolistrik dan kabel *roll* atau penghubung yang berfungsi untuk menyalurkan arus dari main unit ke elektroda.

Pada penelitian ini digunakan konfigurasi dipole-dipole dikarenakan konfigurasi ini memiliki sensitifitas yang baik dalam penetrasi kedalaman pada eksplorasi dengan litologi bawah permukaan Kipas Alluvium (Qal), sehingga hasil yang diperoleh akan lebih detail.

3.3.2 Pengolahan Data Geolistrik

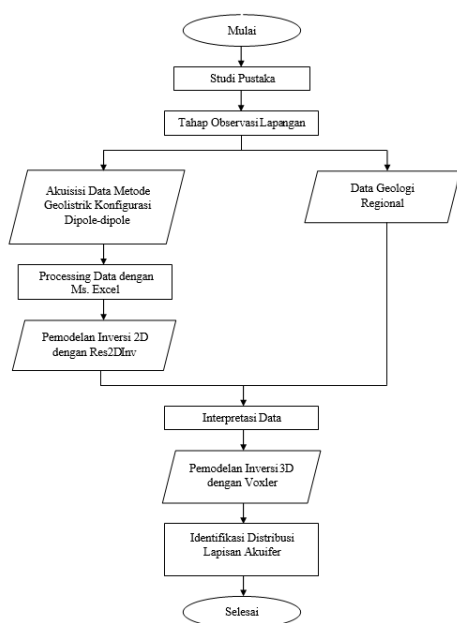
Hasil dari keluaran alat geolistrik yaitu nilai arus (I) dan beda potensial bawah permukaan (V), kemudian diolah lebih lanjut untuk mendapatkan nilai resistansi dengan rumus (V/I) dan faktor geometri, lalu kedua nilai tersebut dikalikan dan mendapatkan parameter resistivitas batuan bawah permukaan.

3.3.3 Pemodelan Inversi 2D

Setelah didapat nilai resistivitas lalu dibuat penampang 2D menggunakan aplikasi res2dinv dengan format yang berlaku, dilakukan pemodelan 2D ini bertujuan untuk melihat batuan atau lapisan bawah permukaan yang menjadi target penelitian.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Berdasarkan prosedur penelitian yang telah dijelaskan, dapat dilihat secara lebih ringkas melalui gambar diagram alir di bawah ini.

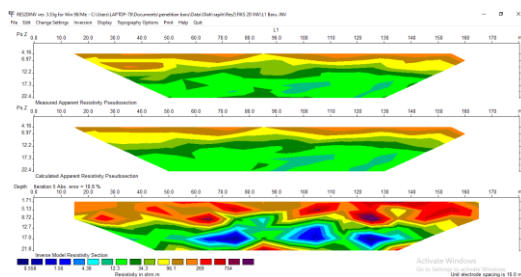


Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Analisis Model 2D Geolistrik

Berdasarkan hasil pengolahan dan pemodelan 2D dari 10 lintasan data geolistrik di Desa Sukmajaya, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat dapat dilihat sebagai berikut:

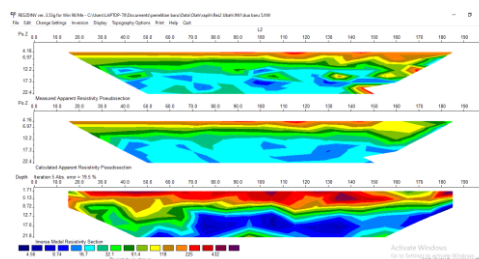


Gambar 4.1. Lintasan 1

Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 1 (Gambar 4.1) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error :

10.8 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 0.558 – 754 Ohm.m, dimana nilai resistivitas tinggi memiliki nilai

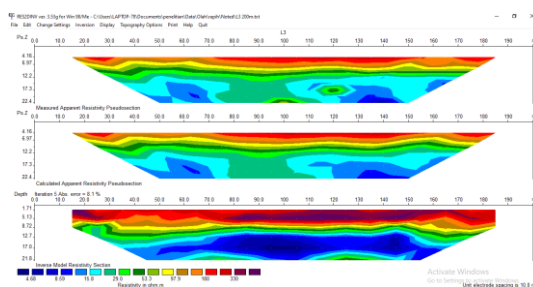
269 – 754 Ohm diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 21.8 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 12.3 – 96.1 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 5.13 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 12.7 – 34.7 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 12.7 – 20 m.



Gambar 4.2. Lintasan 2

Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 2 (Gambar 4.2) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error :

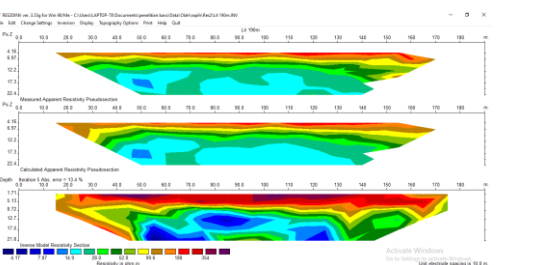
19.5 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 4.56 – 432 Ohm.m, dimana nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 225 – 432 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 8.72 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 32.1 – 61.4 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 5.13 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 4.56 – 16.7 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 7 – 21.8 m.



Gambar 4.3. Lintasan 3

Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 3 (Gambar 4.3) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error :

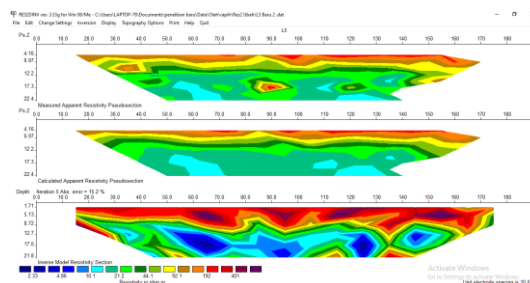
8.1 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 4.68 – 330 Ohm.m, dimana nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 180 – 330 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 7 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 29 – 97.9 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 7 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 4.68 – 15.8 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 10 – 21.8 m.



Gambar 4.4. Lintasan 4

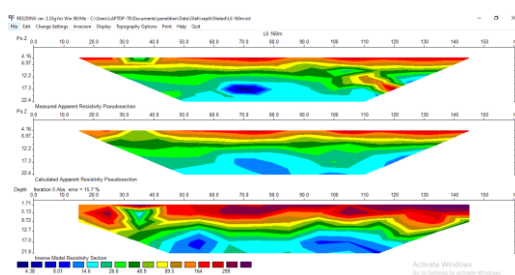
Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 4 (Gambar 4.4) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error : 13.4 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 4.17 – 354

Ohm.m, dimana nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 188 – 354 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 7 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 28 – 99.6 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 0 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 4.17 – 14.9 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 8.72 – 21.8 m.



Gambar 4.5. Lintasan 5

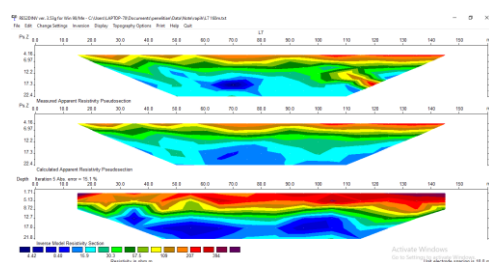
Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 5 (Gambar 4.5) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error : 15.2% dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 2.33 – 401 Ohm.m, dimana nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 192 – 401 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 21.8 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 21.2 – 92.1 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 4 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 2.33 – 10.1 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 8.72 – 21.8 m.



Gambar 4.6. Lintasan 6

Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 6 (Gambar 4.6) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error :

15.7 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 4.38 – 299 Ohm.m, dimana nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 164 – 299 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 10 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 26.8 – 89.5 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 2 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 4.38 – 14.6 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 5 – 20.8 m.

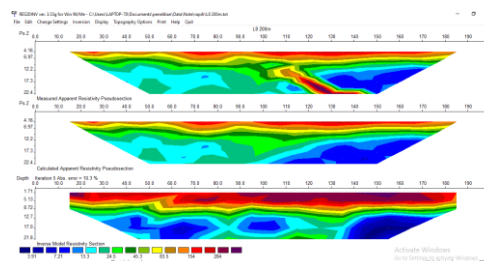


Gambar 4.7. Lintasan 7

Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 7 (Gambar 4.7) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error :

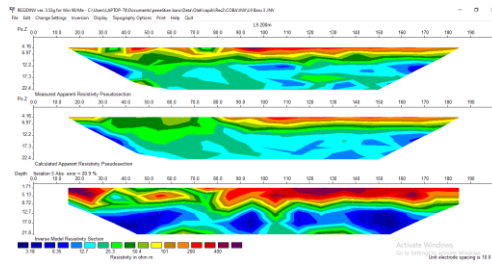
15.1 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 4.42 – 394 Ohm.m, dimana

nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 207 – 394 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 6 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 30.3 – 109 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 5 – 15 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 4.42 – 15.9 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 8.72 – 21.8 m.



Gambar 4.8. Lintasan 8

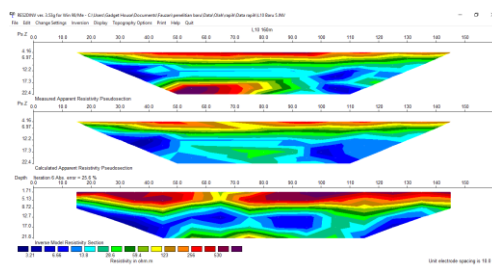
Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 8 (Gambar 4.8) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error : 10.3 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 3.91 – 284 Ohm.m, dimana nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 154 – 284 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 7 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 24.5 – 83.5 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 5.13 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 3.91 – 13.3 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 9 – 21.8 m.



Gambar 4.9. Lintasan 9

Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 9 (Gambar 4.9) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error :

20.9 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 3.18 – 400 Ohm.m, dimana nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 200 – 400 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 8.72 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 25.3 – 101 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 0 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 3.18 – 12.7 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 5 – 21.8 m.



Gambar 4.10. Lintasan 10

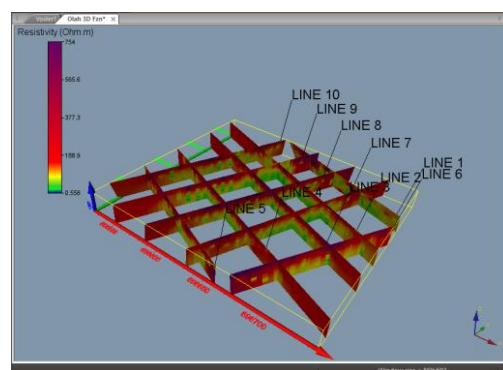
Berdasarkan hasil pemodelan 2D Inversi Lintasan 10 (Gambar 4.10) yang menggunakan konfigurasi dipole-dipole dengan spasi 10 m dengan RMS error :

25.6 % dapat terlihat sebaran resistivitas di bawah permukaan sekitar 3.21 – 530 Ohm.m, dimana

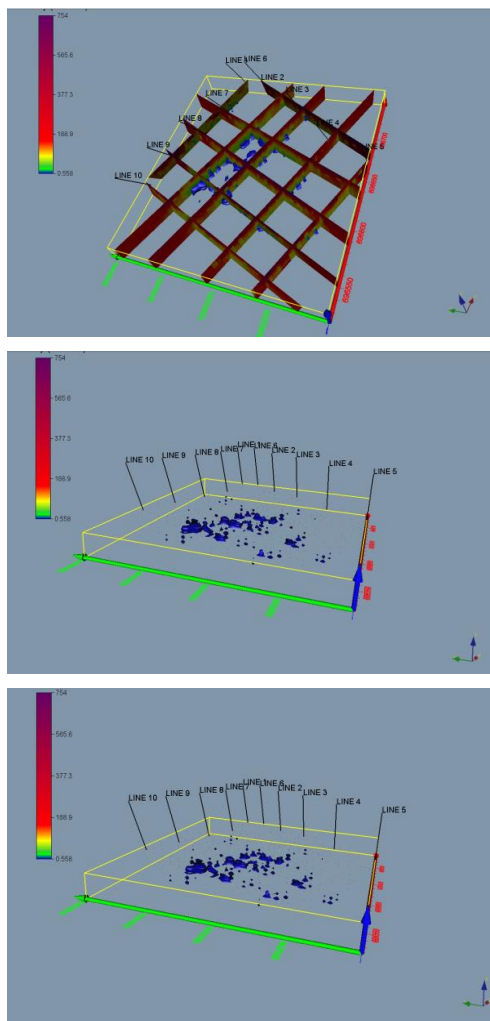
nilai resistivitas tinggi memiliki nilai 256 – 530 Ohm.m diduga sebagai batuan alluvial yang terbentuk karena pengendapan dengan kedalaman 0 – 7 m, nilai resistivitas sedang memiliki nilai 28.6 – 123 Ohm.m diduga sebagai batuan pasir dengan kedalaman 0 – 21.8 m dan nilai resistivitas rendah memiliki nilai 3.21 – 13.8 Ohm.m diduga sebagai target penelitian ini yaitu lapisan akuifer dangkal yang memiliki kandungan air tanah bercampur dengan batuan pasir yang diduga berada pada kedalaman 6 – 21.8 m.

4.2 Hasil Analisis Model 3D Geolistrik

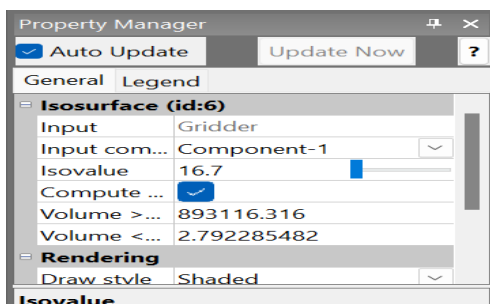
Pada hasil model 2D, kemudian dilakukan penggabungan model-model 2D menjadi 3D yang dimaksudkan untuk melihat distribusi lapisan akuifer dangkal lebih detail di daerah penelitian, pada model 3D ini terlihat bahwa posisi akuifer dangkal (resistivitas rendah) memiliki posisi yang hampir sama di setiap lintasan (Gambar 4.11) dan saat dilakukan isosurface terlihat kemenerusan lapisan akuifer dangkal pada tiap lintasan dan saling terhubung (Gambar 4.12).



Gambar 4.11. Model 3D South View



Gambar 4.12. Model 3D Isosurface lapisan Akuifer dangkal



Gambar 4.13. Isosurface lapisan Akuifer dangkal

Pada gambar 4.12 terlihat bahwa lapisan akuifer dangkal menerus di semua lintasan dan saling terhubung secara 3D, pada gambar 4.13 terlihat bahwa isosurface yang diatur yaitu bernilai ≤ 16.7 Ohm.m dimana nilai ini termasuk dalam kategori nilai

resistivitas rendah yang diduga sebagai lapisan akuifer dangkal atau akuifer bebas.

Salah satu acuan yang digunakan dalam melakukan penelitian Identifikasi Lapisan Akuifer Dangkal Berdasarkan Model 2D dan 3D Resistivitas di Pesantren Desa Sukmajaya, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat adalah penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya akan dibandingkan dengan penelitian ini. Pada penelitian ini, topik yang diangkat adalah Identifikasi Lapisan Akuifer menggunakan metode geolistrik. Sehingga acuan yang digunakan adalah penelitian yang masih berkaitan dengan topik tersebut. Penelitian mengenai lapisan akuifer menggunakan metode geolistrik memang bukanlah hal yang baru, namun belum ada yang melakukan penelitian pada daerah yang serupa yaitu di Desa Sukmajaya, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat.

Adapun pada penelitian ini yang menggunakan software Res2Dinv dan Voxler didapatkan karakteristik batuan alluvial dan batuan pasir serta jenis akuifer dangkal dengan kedalaman 21.8 m.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi lapisan akuifer dangkal melalui pemodelan 2D dan 3D geolistrik, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada model 2D terdapat 3 litologi yaitu lapisan alluvial dengan kedalaman rata-rata 0 – 12.5 m dengan nilai resistivitas 259 – 428 Ohm.m, lapisan batu pasir dengan kedalaman rata-rata 5 – 17.5 m dengan nilai resistivitas 57.4 – 157 Ohm.m dan lapisan akuifer dangkal sebagai target penelitian dengan kedalaman 7.5 – 20 m

dengan nilai resistivitas 12.7 – 34.7 Ohm.m.

2. Pada model 3D terlihat bahwa lapisan akuifer dangkal menerus pada semua lintasan dan saling terhubung secara 3D.
3. Isosurface yang diatur yaitu bernilai ≤ 34.7 Ohm.m dimana nilai ini termasuk dalam kategori nilai resistivitas rendah yang diduga sebagai lapisan akuifer dangkal atau akuifer bebas. Lapisan akuifer tersebut diduga mengandung air tanah bercampur batuan pasir.

5.2. Saran

Dari penelitian yang dilakukan, penulis memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yang perlu dilakukan yaitu :

1. Menambah panjang lintasan geolistrik agar dapat terlihat jelas kedalaman lapisan akuifer yang lebih dalam.
2. Dilakukan pengambilan sampel batuan untuk dilakukan pengujian lab mengenai kandungan dan kualitas air tanah lokasi penelitian.
3. Melakukan kombinasi dengan metode geofisika lainnya seperti metode ADMT (*Active Directory Magnetotelluric*) dan PQWT

6. Daftar Pustaka

- [1] S. C. Wahyono, (2011). Pendugaan Lapisan Akuifer dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger di Rampa Manunggul, Kotabaru, Jurnal Fisika FLUX, Vol. 8 No.1, Hal. 66 – 74.
- [2] Ray, L. K., Kohler, M. A. and J, L. H., Hidrologi untuk insinyur, 3th ed., Erlangga, (1989).
- [3] Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air. Diakses pada: 20 Maret 2023. [Online]. Available: <https://www.PuaAir-Pu.go.id/id>.
- [4] Broto, S., dan Afifah, R. S. (2008). Pengolahan Data Geolistrik Dengan Metode Schlumberger. Jurnal Teknik – Vol. 29 No. 2, hal. 120-128.
- [5] Dedi Setiono, dkk. Penyelidikan Zona Akuifer Menggunakan Geolistrik Metode Schlumberger Di Sekitar Pantai Utara Kecamatan Kramat, Suradadi Dan Warureja Kabupaten Tegal, Jawa Tengah. Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang.
- [6] Darsono, Legowo, B., dan Koesuma, S. (2016) Identification of aquifer potential by using resistivity method: A case study in Kedawung and Sambirejo district, Sragen, Central Java, Indonesia. Journal of Physics: Conference Series. 776 (2016), 012121.
- [7] Telford W. M., (1976), “*Applied Geophysics*”, New York, Cambridge University Press.
- [8] Darsono, (2016), “Identifikasi Akuifer Dangkal dan Akuifer Dalam dengan Metode Geolistrik (Kasus: Di Kecamatan Masaran)”, Indonesian Journal of Applied Physics, Vol. No. Halaman 40-49.
- [9] Djoko Santoso, (2002), Pengantar Teknik Geofisika, Penerbit ITB, Bandung.
- [10] Lutfinur, I., Khumaedi, dan Susanto, H. (2015) Identifikasi Sesar Bawah Permukaan Menggunakan Metode Geolistrik

Konfigurasi Schlumberger (Studi Kasus Sungai Opak Yogyakarta). Unnes Physics Journal. 4 (1), 63–74.

[11] Krussman, G.P. and Ridder, N.A., 1970. Analysis and Evaluation of Pumping Test Data. International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen