

Analisa Hidrologi Dengan Metode Geolistrik Susunan Elektroda Schlumberger Di Pesantren Modern Babusalam

Ramayulis Nasution, Luthfi Parinduri*, Yusmartato

Dosen Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara

Jl. SM. Raja Teladan, Medan (20217)

ramayulis@ft.uisu.ac.id; luthfi@yaho.co.id; yusmartato@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan air bersih di suatu tempat banyak upaya yang dapat dilakukan sesuai kondisi dan potensi yang ada. Khusus untuk pembuatan sumur bor air tanah dalam (*deep well*), sejatinya sebelum pembangunan sarana air bersih dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan penyelidikan geologi dan hidrogeologi sebagai bagian kegiatan eksplorasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode pendugaan geolistrik susunan elektroda schlumberger dengan maksud dan tujuan diantaranya untuk memperkirakan ada tidaknya lapisan pembawa air (*akifer*) dan mencari/ mengetahui letak, posisi, ketebalan, kedalaman dan penyebaran lapisan pembawa air (*akifer*) bawah permukaan. Lokasi penyelidikan berada di Pondok Pesantren Modern Babusalam Dusun Dahlia, Desa Teluk Bakung, Kecamatan Tanjung Pura, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Di lokasi ini dilakukan pengukuran geolistrik sebanyak 2 (dua) titik ukur. Dari hasil pengukuran geolistrik untuk air tanah dalam, *akifer* berada pada kedalaman 38,10 – \geq 138,40 - 200 meter dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya sebenarnya 27 dan 65 Ω m adalah batuan dengan tingkat porositas yang baik, fisik batuan kurang kompak dapat bertindak sebagai *akifer dangkal* sampai dalam yang produktif dengan kesaringan air sedang, akumulasi air melalui sistem antar pori/butir. Saran untuk pemboran, dapat dilakukan pemboran sampai kedalaman 180 m dengan kedalaman konstruksi 162 meter.

Kata Kunci : Hidrogeologi, Susunan Elektroda Schlumberger, Akifer

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka pemenuhan kebutuhan air bersih di suatu tempat banyak upaya yang dapat dilakukan sesuai kondisi dan potensi yang ada. Khusus untuk pembuatan sumur bor air tanah dalam (*deep well*), sejatinya sebelum pembangunan sarana air bersih dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan penyelidikan geologi dan hidrogeologi sebagai bagian kegiatan eksplorasi.

Kegiatan eksplorasi dengan metode tahanan jenis/pendugaan geolistrik adalah merupakan suatu metode geofisika dalam penyajian data susunan satuan batuan bawah permukaan melalui sifat-sifat kelistrikan batuan. Eksplorasi pendugaan geolistrik mengikuti sistem susunan elektroda schlumberger, dengan cara mengalirkan arus listrik searah (*direct current*) ke dalam bumi.

Data lapangan yang dihasilkan merupakan data semu dari sifat kelistrikan batuan. Melalui pengolahan data akan diperoleh sifat kelistrikan batuan vertikal sebenarnya. Interpretasi data lapangan akan menggambarkan kondisi lapisan batuan bawah permukaan secara vertikal. Melalui sifat-sifat kelistrikan batuan ini dapat ditafsirkan banyak hal yang disesuaikan dengan kebutuhan. Diantaranya adalah pendugaan susunan batuan bawah permukaan secara vertikal maupun horizontal serta perkiraan batuan pembawa air (*akifer*).

Untuk interpretasi data secara horizontal dibutuhkan banyak titik ukur, dalam hal ini titik pengukuran disusun secara sistematis (sistem *Grid*).

Lingkup kegiatan meliputi penyelidikan geologi dan hidrogeologi serta pengambilan data lapangan. Metode yang dipergunakan merupakan suatu kajian ilmiah yang didasarkan pada kaidah-kaidah keilmuan dan metode kerja eksplorasi geofisika.

1.2 Maksud dan Tujuan

Penelitian ini dilakukan dengan metode pendugaan geolistrik susunan elektroda schlumberger dengan maksud dan tujuan adalah :

- Untuk memperkirakan ada tidaknya lapisan pembawa air (*akifer*).
- Untuk mencari/ mengetahui letak, posisi, ketebalan, kedalaman dan penyebaran lapisan
- pembawa air (*akifer*) bawah permukaan
- Pendugaan susunan batuan bawah permukaan (litologi) melalui susunan besar tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya dan ketebalannya serta posisi kedalaman
- Perkiraan letak susunan saringan pada konstruksi sumur

1.3 Peralatan

Perangkat alat geolistrik dan alat pendukung terdiri dari :

- Alat geolistrik yang terdiri dari : Transmitter arus berkekuatan 1.500 watt; Receiver dengan sensitifitas 0,10 mVolt; Kabel Arus sepanjang 1.200 m; kabel potensial sepanjang 200 m; batang elektrode 18 buah; Accu 12 volt; 50 AH 1 buah.
- Alat pendukung lapangan dan studio terdiri dari : Peta Geologi Lembar Langsa Skala 1 :

250.000; Kompas Geologi; Palu Geologi: Global Positioning System (GPS): Handy Talky 4 buah; Komputer; Printer: Kamera Digital.

1.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Pondok Pesantren Modern Babusalam Dusun Dahlia, Desa Teluk Bakung, Kecamatan Tanjung Pura, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Di lokasi ini dilakukan pengukuran geolistrik sebanyak 2 (dua) titik ukur.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian Geologi dan Hidrologi dengan melakukan kajian data sekunder dari peta geologi lembar Langsa Skala 1 : 250.000 yang dilanjutkan dengan pengamatan lapangan pada daerah penelitian dengan mengkaji keadaan geologi yang meliputi perlapisan batuan, struktur geologi serta sifat keairan batuan. Pendugaan geolistrik dilakukan dengan model susunan elektroda Schlumberger. Data lapangan disajikan dalam bentuk kurva tahanan jenis semu vertikal batuan versus kedalaman. Penafsiran data lapangan

dikerjakan dengan menggunakan perangkat lunak (*software*) Lahey Fortran.

II. KONDISI GEOLOGI

2.1. Geologi Regional

Secara regional, morfologi, stratigrafi dan struktur adalah sebagai berikut :

- Morfologi, bentuk morfologi umumnya dikontrol oleh proses erosi, struktur dan jenis litologi. Menurut Van Zuidam (1968) morfologi suatu daerah dapat diklasifikasikan berdasarkan kemiringan lerengnya menjadi 7 satuan morfologi (lihat Tabel 1).
- Stratigrafi, secara umum daerah penyelidikan berdasarkan peta geologi lembar Langsa skala 1 : 250.000 yang disusun oleh Cameron, NR dkk (1981) litologi dari muda sampai tua dapat dilihat pada Tabel 2.
- Struktur Geologi, secara regional struktur geologi yang terdapat di daerah penyelidikan adalah patahan (sesar) dengan arah tenggara – Barat daya.

Tabel 1. Klasifikasi Morfologi dan Kemiringan Lereng (Van Zuidam)

Bentang Alam (Morfologi)	Sudut Lereng		Proses
	%	(....) ⁰	
Dataran atau hampir datar	0 – 2	0 - 2	Denudasi kecil
Miring landai	2 – 7	2 - 4	Ada solifluction alur air dan sheet wash
Miring	7 - 15	4 - 8	Erosi soil yang cukup berbahaya
Agak curam	15 - 30	8 - 16	Bahaya gerakan tanah terutama jenis creep Denudasi kuat
Curam	30 – 70	16 - 35	Tak ada soil dan Denudasi kuat
Sangat Curam	70 – 140	35 – 55	Denudasi sangat kuat
Terjal	> 140	> 55	

Tabel 2. Stratigrafi Regional (Cameron, NR dkk)

No.	Satuan/ Formasi	Litologi	Umur	Ketebalan (m)
1.	Alluvial (Qh)	Krikil, pasir dan lempung	Halosen	-
2.	Medan (Qpme)	Bongkah, Krikil, pasir, lanau	Plistosen- Halosen	30
3.	Tufa Toba (Qtv)	Tufa rioidasit sebagian terlaskan	Plistosen	50
4.	Julurayeu (QTjr)	Batu pasir berlapis selang seling	Pliosen	250
5.	Seureula (Tps)	Batu pasir berirama, batu lumpur	Miosen	300

2.2. Geologi Daerah Penyelidikan

Geologi daerah penyelidikan terdiri atas :

- Morfologi, berdasarkan pengamatan lapangan, morfologi daerah penyelidikan menurut klasifikasi Van Zuidam merupakan satuan morfologi pedataran. Satuan morfologi ini dicirikan dengan permukaan yang relatif datar dengan kemiringan lereng 0⁰ – 2⁰. Satuan ini umumnya dimanfaatkan sebagai lahan permukiman dan perkebunan.
- Litologi, batuan yang terdapat di daerah penyelidikan berupa lempung pasir berwarna abu abu dengan pasir berukuran butir halus. Satuan ini bertindak sebagai akifer pada sumur gali.

- c. Struktur Geologi, berdasarkan hasil pengamatan dilapangan, struktur geologi didaerah penyelidikan tidak ditemukan adanya indikasi struktur.

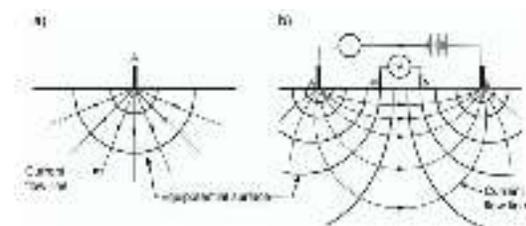
Hidrogeologi terdiri dari :

- Sikap batuan terhadap air, berdasarkan pengamatan geologi yang dilakukan di lapangan, singkapan batuan yang terdapat di daerah penyelidikan adalah lempung pasir, berwarna abu abu. Pasir dengan ukuran butir halus, memiliki porositas cukup baik. Batuan ini bertindak sebagai lapisan pembawa air (akifer) pada sumur gali, jenis akifer sistem antar butir/pori dengan kesarangan rendah – sedang. Untuk pemboran dalam (deep well) lapisan batu pembawa air/akifer berupa batu pasir dari formasi Julurayeu (QTjr).
- Kondisi Air Tanah, sumber air bagi kebutuhan masyarakat setempat diperoleh dari sumur gali dengan kedalaman 5 – 6 meter, muka air (TKA) 4 meter, kondisi air keruh dan payau. Sumur gali tergantung pada musim saat musim kemarau debit menurun drastis. Sumur bor dengan kedalaman 60 meter kondisi air jernih agak berbau dan juga terasa payau.

III. PENAFSIRAN GEOLISTRIK

3.1 Analisis Geofisika

Penyelidikan hidrogeologi dengan metode geolistrik yang dilakukan adalah metode dengan model susunan elektroda Schlumberger. Rentang kabel arus (I) dan Potensial (P) disesuaikan kebutuhan seperti Gambar 1.



Gambar 1. Configurasu Susunan Elektroda Schlumberger

Dalam hal ini 600 m dan 50 m untuk rentang kabel arus dan potensial (mulai dari $1/2 = 1,50 - 300$ m dan mulai dari $1/2 = 0,50 - 25$ meter). Kedalaman tembus arus pada batuan bawah permukaan secara teori adalah $1/3$ panjang rentang kabel dalam hal ini 600 m. Jadi kedalaman/ketebalan perlapisan batuan yang dapat diperhitungkan sebesar $1/3 \times 600 \text{ m} = 200 \text{ m}$. Analisis tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya (Tabel 3.) dapat menafsirkan letak dan pisisi akifer air tanah dalam. Disamping itu besarnya tahanan jenis dapat mengidentifikasi sifat fisik batuan serta sifat keairan batuan. Morfologi dan lingkungan pengendapat batuan memberi pengaruh pada ketersediaan air tanah.

3.2 Lapisan Pembawa Air

Dari 2 (dua) titik ukur yang dikerjakan, dapat ditafsirkan bahwa lapisan batuan bawah relatif homogen bila ditinjau dari pengelompokan besarnya tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya. Kecenderungan batuan bawah permukaan kurang kompak sampai cukup kompak. Pada bagian atas (tanah penutup) terlihat lempung pasir dengan ukuran butir pasir halus warna abu abu. Sementara analisis batuan bawah permukaan secara umum pada semua titik pengukuran adalah sebagai berikut:

- Titik ukur BBS.1. Pada kedalaman 0,0 – 3,0 m dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya sebesar 74 dan 18 Ωm , berupa tanah penutup dengan litologi lempung pasir. Pada kedalaman 3,00 – 36,80 meter dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya masing masing adalah 35 dan 48 Ωm , adalah batuan dengan tingkat porositas yang baik, fisik batuan kurang kompak, kesarangan air rendah. Pada kedalaman 36,80 - $\geq 142,20 - 200$ meter dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya adalah 27 dan 48 Ωm , adalah batuan dengan tingkat porositas yang baik, fisik batuan kurang kompak dapat bertindak sebagai akifer dangkal sampai dalam yang produktif dengan kesarangan air sedang, akumulasi air melalui sistem antar pori/butir.
- Titik ukur BBS.2. Pada kedalaman 0,0 – 3,40 m dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya sebesar 86 dan 20 Ωm , berupa tanah penutup dengan litologi lempung pasir. Pada kedalaman 3,40 – 38,10 meter dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya masing masing adalah 46 dan 36 Ωm , adalah batuan dengan tingkat porositas yang baik, fisik batuan kurang kompak, kesarangan air rendah. Pada kedalaman 38,10 - $\geq 138,40 - 200$ meter dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya adalah 27 dan 65 Ωm , adalah batuan dengan tingkat porositas yang baik, fisik batuan kurang kompak dapat bertindak sebagai akifer dangkal sampai dalam yang produktif dengan kesarangan air sedang, akumulasi air melalui sistem antar pori/butir.

Berdasarkan besarnya nilai tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya, untuk tahanan jenis batuan $> 1.000 \Omega\text{m}$ tingkat kesarangan air sangat rendah dan permeabilitas sangat tinggi, lapisan ini ditafsirkan sebagai lapisan bukan akifer. Sementara nilai tahanan jenis $100 - \leq 1.000 \Omega\text{m}$ tingkat kesarangan air sangat rendah sampai rendah, tahanan jenis sebesar $50 - \leq 100$ tingkat kesarangan air sangat rendah sampai sedang dan tahanan jenis sebesar $10 - \leq 50$ tingkat kesarangan air sedang sampai tinggi. Tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya $\leq 10 \Omega\text{m}$ diperkirakan kualitas air yang kurang baik, untuk daerah pantai kualitas air payau – asin.

Besarnya tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya dan tingkat porositasnya menunjukkan tingkat

kekompakan dari batuan akifer yang berarti makin besar nilai tahanan jenis berarti porositas semakin rendah dan permeabilitas semakin tinggi, batuan makin massif pejal dan tingkat kemampuan mengalirkan air semakin rendah demikian sebaliknya. Tingkat kekerasan batuan bergantung

pada formasi dan litologi yang ada. Ketebalan kedalaman dari lapisan batuan bawah permukaan dan perkiraan litologi dari batuaannya sebagai lapisa pembawa air adalah seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya Ponpes Modern Babusalam

No. Titik	Tebal Lapisan (m)	Kedalaman (m)	Resistivity (Ωm)	Formasi/Perkiraan Litologi ^{*)}	Keterangan (diduga :)
BBS.1.	0,70	0,00 – 0,70	24	Tanah penutup	
	2,00	0,70 – 2,60	18	Fm Medan	Akifer dangkal
	8,00	2,60 – 10,60	40	Fm Medan	Akifer dangkal
	29,80	0,60 – 40,40	62	Fm Medan, Tufa Toba	Bukan Akifer
	110,00	40,40 – 150,40	46	Tufa & Fm Julureyeu ^{**)}	Akifer dangkal-Dalam luah sedang
		150,40 -	42	Tufa & Fm Julureyeu	Akifer dalam luah sedang
BBS.2.	0,70	0,00 – 0,80	21	Tanah penutup	Akifer dangkal
	2,00	0,80 – 2,80	25	Fm Medan	Akifer dangkal
	8,00	2,80 – 10,70	56	Fm Medan	Bukan Akifer
	31,70	10,70 – 42,50	35	Fm Medan, Tufa Toba	Akifer dangkal-Dalam luah sedang
	120,90	42,50 – 163,40	124	Tufa & Fm Julureyeu ^{**)}	Akifer dalam luah sedang
		163,40 -	81	Tufa & Fm Julureyeu	Akifer dalam luah sedang

^{*)} Satuan Tufa Toba (Qvt), Tufa riadasit sebagian terlaskan

^{**)} Faornasi Julurayeu (QTjr) Batu pasir berlapis selang seling dan batu lumpur

IV. KESIMPULAN & SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari pengamatan dilapangan dan hasil pengukuran geolistrik dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan maka satuan morfologi daerah penyelidikan adalah berupa satuan morfologi datar. Satuan ini umumnya dimanfaatkan sebagai lahan perumahan/ permukiman dan perkebunan.
- Berdasarkan hasil pengamatan singkapan batuan di lapangan, batuan yang mendasari berupa lempung pasiran, berwarna abu abu, dengan butiran pasir berukuran halus. Untuk pemboran air tanah dalam lapisan pembawa air berupa batu pasir dari formasi Julurayeu (QTjr).
- Hasil pengukuran geolistrik pada 2 (dua) titik ukur, batuan yang bertindak sebagai akifer dangkal maupun dalam atau dengan kata lain akifer dangkal sampai dalam adalah :
 - Data hasil pengukuran lapangan terhadap 2 (dua) titik ukur terlihat bahwa lapisan bawah permukaan relatif homogen, kesarangan air sedang, akumulasi air melalui sistem antar pori/butir. Besaran tahanan jenis vertikal

batuan sebenarnya menunjukkan kepadatan atau porositas batuan dimana semakin besar maka batuan semakin padat/masif.

- Titik ukur BBS.1. dari hasil pengukuran geolistrik untuk air tanah dalam , akifer berada pada kedalaman 36,80 – \geq 142,20 - 200 meter dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya sebesar 27 dan 48 Ωm , berupa tanah penutup dengan litologi lempung pasiran. Pada kedalaman 3,00 – 36,80 meter dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya masing masing adalah 35 dan 48 Ωm , adalah batuan dengan tingkat porositas yang baik, fisik batuan kurang kompak dapat bertindak sebagai akifer dangkal sampai dalam yang produktif dengan kesarangan air sedang, akumulasi air melalui sistem antar pori/butir.
- Litologi batu pasir berirama, batu lumpur dan konglomerat Formasi Seureula (Tps). Akumulasi air melalui sistem antar butir/pori dapat bertindak sebagai akifer dangkal sampai dalam yang produktif
- Titik ukur BBS.2. dari hasil pengukuran geolistrik untuk air tanah dalam , akifer berada pada kedalaman 38,10 – \geq 138,40 - 200 meter

dengan tahanan jenis vertikal batuan sebenarnya sebenarnya 27 dan 65 Ω m adalah batuan dengan tingkat porositas yang baik, fisik batuan kurang kompak dapat bertindak sebagai akifer dangkal sampai dalam yang produktif dengan kesarangan air sedang, akumulasi air melalui sistem antar pori/butir. Litologi batu pasir berirama, batu lumpur dan konglomerat Formasi Seureula (Tps).

4.2 Saran

Dari pengamatan lapangan dan hasil interpretasi data geolistrik pada 3 (tiga) titik ukur disarankan kepada Pengurus/Pemilik Pondok Pesantren Modern Babusalam Dusun Dahlia, Desa Teluk Bakung, Kecamatan Tanjung Pura, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara.

1. Saran untuk pemboran, Titik ukur BBS.1 (titik pemboran prioritas), dan Titik ukur BBS.2.dapat dilakukan pemboran sampai kedalaman 180 m dengan kedalaman konstruksi 162 meter.
2. Konstruksi sumur, diameter lobang bor \varnothing 10 inch dalam 180 meter, diameter pipa selubung (casing) \varnothing 6 inch (90 meter) dan pipa 4 inch (72 meter termasuk saringan 24 meter). Total kedalaman konstruksi 162 meter, sambungan las (welding) dan sistem reduser dari 6 inch ke 4 inch. Pengisian gravel pack ukuran 2 – 5 mm, diisi pada posisi 10 meter diatas saringan terdangkal dan diatasnya diisi lempung dan diikat dengan semen pasir (sementing). Pengambilan sample cutting setiap 1 meter kemajuan pemboran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cameron, N.R, dkk, 1981, *Peta Geologi Lembar Langsa Skala 1 : 250.000*.
- [2] Fadli Hafid A, dkk, 2016, *Mendeteksi Batuan Pembawa Air Tanah Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Pada Daerah Cendrama Kecamatan Tanete Rilau Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi – Selatan*; Proceeding, Seminar Nasional Kebumian Ke-9 Peran Penelitian Ilmu Kebumian Dalam Pemberdayaan Masyarakat 6 - 7 Oktober 2016; Grha Sabha Pramana.
- [3] Harry Jusron I, dkk, 2002, *Pelacakan Aliran Air Bawah Tanah Dengan Metode Geolistrik Diimogiri Daerah Ist/Mewa Yogyakarta*, Prosiding Seminar Iptek Nuklir dan Pengelolaan Sumber Daya Tam bang Pusat Pengembangan Bahan Galian Dan Geologi Nukir -Batan Jakarta.
- [4] Hasbi Bakri , dkk, 2015, *Pendugaan Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Di Desa Tellumpanua Kec.Tanete Rilau Kab. Barru Sulawesi-Selatan*; Jurnal Geomine, Vol 03, Desember 2015.
- [5] Robert A. Van Zuidam, 1968, *Aerial Photo Interpretation In Terrain Analysis and Geomorphologic*, Mapping, Smiths Publisher.
- [6] Wahyu, 1985, *Penyelidikan Hidrogeologi dengan Pendugaan Geolistrik di daerah Medan dan sekitarnya*. Laporan Teknis Kanwil Deptamben Prop. SU (tidak diterbitkan).