

PENGOLAHAN DATA GEOLISTRIK
DENGAN METODE *SCHLUMBERGER*

Surdaryo Broto *), Rohima Sera Afifah **)

Abstrak

Geophysics is a knowledge that concern about structural and composition in subsurface. Geophysics has some methods to explore subsurface condition which are: seismic, gravity, geomagnetic, georesistivity, georadar and well logging. Georesistivity is one of geophysics method that focused in resistivity properties in the earth. Georesistivity has some methods which are telluric resistivity, magnetotelluric, electromagnetic, IP (Induced polarization), resistivity. Resistivity can be divided into Horizontal Profiling (HP) and Vertical Electrical Sounding (VES). Georesistivity is used for shallow investigation effectively.

Keyword: *Geophysics, Georesistivity.*

Pendahuluan

Metode Geofisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang bumi dengan penggunaan pengukuran fisik pada atau di atas permukaan. Dari sisi lain, geofisika mempelajari semua isi bumi baik yang terlihat maupun tidak terlihat langsung oleh pengukuran sifat fisik dengan penyesuaian yang pada umumnya pada permukaan. (Dobrin, M.B. dan Savit, C.H., 1988). Metode geofisika sebagai pendeteksi perbedaan tentang sifat fisis di dalam bumi. Kepadatan, kemagnetan, kekenyalan, dan tahanan jenis adalah kekayaan yang paling umum digunakan untuk mengukur penelitian yang memungkinkan perbedaan di dalam bumi untuk ditafsirkan dalam kaitannya dengan struktur mengenai lapisan tanah, berat jenis batuan dan rembesan isi air, dan mutu air (Todd, D.K., 1959).

Berdasarkan Dobrin, M.B. dan Savit, C.H., (1988), geofisika secara luas mempekerjakan untuk pekerjaan eksplorasi berupa seismik, gravitasi, geomagnet, geolistrik, georadar dan *well logging*. Metode seismik merupakan salah satu metode yang banyak dipakai dalam teknik geofisika yaitu metode seismik refleksi mengamati dari gelombang seismik menghasilkan di permukaan setelah dicerminkan oleh beberapa discontinuous di dalam permukaan bumi. metode seismik refraksi dari gelombang seismik menyebarkan dekat permukaan, jarak besar dan dideteksi oleh pengukuran getaran, metode gravitasi didasarkan pada pengukuran variasi medan gravitasi bumi akibat variasi rapat massa batuan bawah permukaan, metode geomagnet pada dasarnya mengukur besaran medan magnet bumi yang ditimbulkan oleh berbagai sumber, baik yang ada di dalam perut bumi maupun adanya pengaruh dari luar, metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya di permukaan bumi, metode georadar

merupakan salah satu metode geofisika untuk penentuan lokasi atau pemetaan bawah permukaan yang cukup dangkal, tidak merusak lingkungan dan memberikan gambaran bawah permukaan yang menerus, *Well logging* merupakan penyelidikan bumi dengan instrumen yang memberi pembacaan berlanjut merekam di permukaan.

Metode Geolistrik

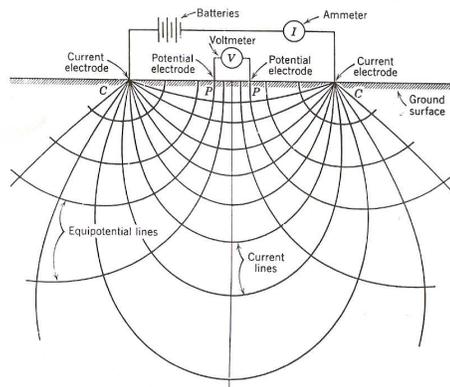
Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika untuk mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multimeter yang terhubung melalui 2 buah "elektroda tegangan" M dan N yang jaraknya lebih pendek dari pada jarak elektroda AB. Bila posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar. Dengan asumsi bahwa kedalaman lapisan batuan yang bisa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh dari jarak AB yang biasa disebut $AB/2$ (bila digunakan arus listrik DC murni), maka diperkirakan pengaruh dari injeksi aliran arus listrik ini berbentuk setengah bola dengan jari-jari $AB/2$ (Anonim, 2007a).

Resistivitas ditentukan dari suatu tahanan jenis semu yang dihitung dari pengukuran perbedaan potensi antara elektroda yang ditempatkan di dalam bawah permukaan. Pengukuran suatu beda potensial antara dua elektroda seperti pada gambar 1) sebagai hasil

*) Staf Pengajar Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Undip

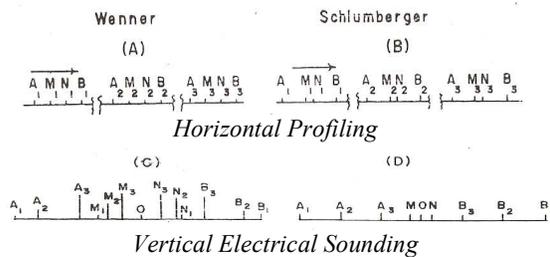
**) Mahasiswa Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Undip

dua elektroda lain pada titik C pada gambar II.1 yaitu tahanan jenis di bawah permukaan tanah di bawah elektroda (Todd, D.K, 1959).



Gambar 1. Siklus Elektrik Determinasi Resistivitas dan Lapangan Elektrik Untuk Stratum Homogenous Permukaan Bawah Tanah (Todd, D.K, 1959).

Ada dua jenis penyelidikan tahanan jenis, yaitu *Horizontal Profiling* (HP) dan *Vertical Electrical Sounding* (VES) atau penyelidikan kedalaman, dengan pembedaan penampang anisotropis pada arah yang horisontal dan pembedaan pendugaan anisotropis pada arah yang vertikal. Hasil *profiling* dan *sounding* sering dipengaruhi oleh kedua variasi yang vertikal dan pada jenis formasi listrik. Distribusi vertikal dan horisontal tahanan jenis di dalam volume batuan disebut penampang geolistrik seperti gambar 2 (Karanth, K.R., 1987).



Gambar 2. Konfigurasi Elektroda pada Metode *Wenner-Schlumberger* Untuk Penampang Horizontal dan Pendugaan Vertikal (Karanth, K.R., 1987).

Metode geolistrik lebih efektif jika digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 atau 1500 kaki. Oleh karena itu metode ini jarang digunakan untuk eksplorasi minyak tetapi lebih banyak digunakan dalam bidang geologi teknik seperti penentuan kedalaman batuan dasar, pencarian reservoir air, juga digunakan dalam eksplorasi panas-bumi (*geothermal*) (Anonim, 1991). Keunggulan secara umum adalah Harga peralatan relatif murah, biaya survei relatif murah, waktu yang dibutuhkan relatif sangat cepat, bisa mencapai 4 titik pengukuran atau lebih per hari, beban pekerjaan; peralatan yang kecil dan ringan sehingga mudah untuk mobilisasi, kebutuhan personal sekitar 5 orang, terutama untuk konfigurasi *Schlumberger* serta analisis data secara global bisa langsung diprediksi saat di lapangan (Anonim, 2007a).

Macam Alat Metode Geolistrik *Resistivity Meter*, Naniura Model NRD 22 S buatan Indonesia digunakan untuk eksplorasi airtanah, investigasi geoteknik, studi lingkungan, survei geologi, prospek mineral, arkeologi, hidrologi seperti pada gambar 3 dan *Resistivity Meter, Syscal Kid Resistivity Meter* serial RS232 buatan Amerika Serikat digunakan untuk koreksi SP secara otomatis meliputi koreksi gelombang linier, pengukuran stimulasi dilakukan dengan *voltage* dan *current* seperti pada gambar 4.

Spesifikasi Alat:



Pemancar
(Transmitter)

- Catu daya (power supply) 12/24 Volt, minimal 6 AH,
- Daya (power output) : 200 watt untuk catu daya 12 volt & 300 watt untuk catu daya 24 volt, (otomatis),
- Tegangan keluar (output voltage) : 350 volt maksimal untuk catu daya; 12 volt dan 400 volt untuk catu daya 24 volt,
- Arus keluar (Output Current) : 200 mA; Ketelitian arus : 1 mA.

Penerima
(Receiver)

- Sistem pembacaan : Digital 9 volt,
- Fasilitas : Current loop indicator,
- Impedansi masukan (Input impedance) : 10 M-ohm,
- Batas ukur pembacaan (Range) : 0,1 mVolt - 500 Volt,
- Accuracy : 0,1 mVolt,
- Kompensator : Kasar : 10 x putar; Halus : 1 x putar,
- System pembacaan : Digital (Auto range),
- Catu daya digital meter:3 volt (2 buah baterai kering ukuran AA),
- Fasilitas : HOLD / save memory,
- Berat Alat : 10 Kg.

Gambar 3. Instrumen Resistivity Meter, Naniura Model NRD 22 S (Bonjotama, W., 2007).

Spesifikasi Alat :

Output

- | | |
|------------------|--------------------------------------|
| Otomatis Injeksi | Dikontrol dengan proses mikro |
| Maksimum aliran | 0.5 A |
| Kekuatan | 25 watt |
| Jarak gelombang | 0.50, 1.0, 2.0, 4.0, and 8.0 seconds |
| Arus ketelitian | 1.0% tipe |

Input

- | | |
|--------------------|---------------|
| Impedance | 22M |
| Voltage | -5 to +5V. |
| Proteksi Voltage | 1,000V. |
| Pengukuran Voltage | 50 and 60 Hz. |

General

- | | |
|--------------|---------------------------------------|
| Daya tampung | 1,800 pembacaan |
| Serial RS232 | sebagai transfer data. |
| Berat | 3Kg |
| Ukuran | 22 x 18 x 12cm |
| Kekuatan | 12V 7.2Ahr baterai, atau external 12V |



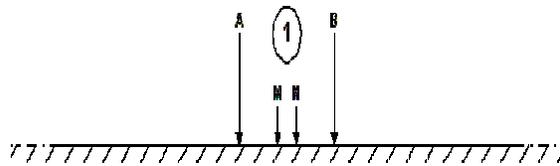
Gambar 4. Resistivity Meter, Syscal Kid Resistivity Meter serial RS232 (Anonim, 2007b).

Konfigurasi Metode Schlumberger

Prinsip konfigurasi Schlumberger idealnya jarak MN dibuat sekecil-kecilnya, sehingga jarak MN secara teoritis tidak berubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak AB sudah relatif besar maka jarak MN hendaknya dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak

AB seperti pada gambar 5. Kelemahan dari konfigurasi Schlumberger adalah pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh, sehingga diperlukan alat ukur multimeter yang mempunyai karakteristik high impedance dengan mengatur tegangan minimal 4 digit atau 2 digit di belakang koma atau

dengan cara peralatan arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi. Keunggulan konfigurasi *Schlumberger* adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya sifat tidak homogen lapisan batuan pada permukaan, yaitu dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda MN/2 (Anonim, 2007a).



Gambar 5. Konfigurasi Metode *Schlumberger* (Anonim, 2007a).

Parameter yang diukur yaitu : jarak antara stasiun dengan elektroda-elektroda (AB/2 dan MN/2), arus (I) dan beda potensial (ΔV). Parameter yang dihitung yaitu : tahanan jenis (R) dan faktor geometrik (K) (Asisten Geofisika, 2006). Faktor geometrik (K) dapat dicari dengan formula :

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{C_1P_1} - \frac{1}{C_2P_1} - \frac{1}{C_1P_2} + \frac{1}{C_2P_2}}$$

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{b - \frac{a}{2}} - \frac{1}{b + \frac{a}{2}} - \frac{1}{b + \frac{a}{2}} + \frac{1}{b - \frac{a}{2}}}$$

$$K = \pi \left[\frac{b^2}{a} - \frac{a}{4} \right] \dots\dots\dots 3.1$$

$$\rho_a = K \cdot R \dots\dots\dots 3.2$$

Berdasarkan Sunaryo, dkk, (2003) tahanan jenis semu (ρ_a) dalam pengukuran resistivitas secara umum adalah dengan cara menginjeksikan arus ke dalam tanah melalui 2 elektroda arus (C1 dan C2), dan mengukur hasil beda potensial yang ditimbulkannya pada 2 elektroda potensial (P1 dan P2). Dari data harga arus (I) dan beda potensial (V), dapat dihitung nilai resistivitas semu (ρ_a) sebagai berikut :

$$\rho_a = K \frac{V}{I} \dots\dots\dots 3.3)$$

Pengolahan Data Geolistrik Metode *Schlumberger*

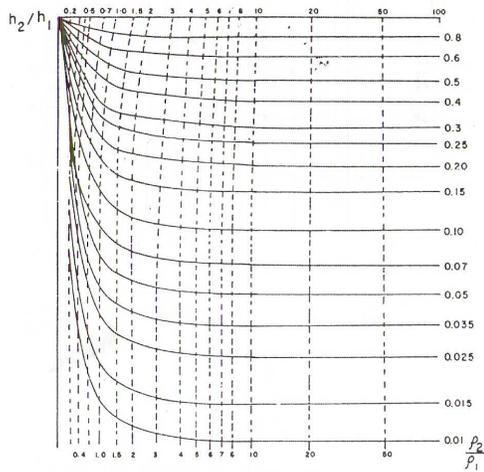
Proses pengambilan data dapat dilakukan melalui 2 (dua) tahap pekerjaan (Asisten Geofisika, 2006), yaitu:

- a. Pekerjaan Pra- survei
 - Tahapan dalam pelaksanaan pra survei adalah :
 - 1. Mencatat posisi dan ketinggian lokasi.
 - 2. Pemetaan geologi jenis batuan dan penyebarannya (urutan stratigrafi).
 - 3. Mendeskripsikan jenis batuan (struktur, tekstur, komposisi mineral).

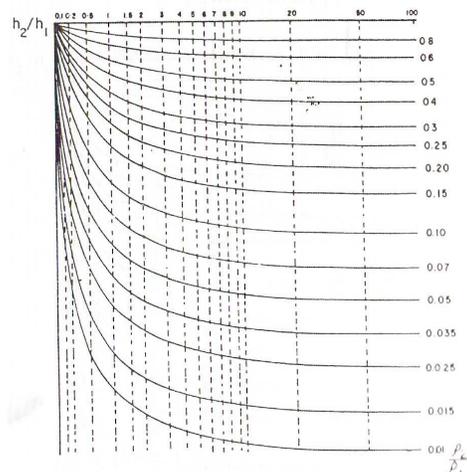
- b. Survei Lapangan
 - Tahapan dalam pelaksanaan survei lapangan adalah :
 - 1. Mengukur kedalaman sumur-sumur gali (lubang bor) guna untuk mengamati mineral - mineral yang khas dan penghantar listrik.
 - 2. Mengukur resistivitas sebaiknya menghindari dari tiang listrik, aliran air permukaan, rentangannya tegak lurus aliran air permukaan atau tiang listrik.
 - 3. Mendeskripsi jenis batuan (struktur, tekstur, komposisi mineral).

Analisis data dilakukan dengan dua cara, yaitu *Matching Curve* dan *Software IPI2win* berdasarkan Sharma, P.V., (1997), teknik *matching curve* merupakan suatu bagian dari proses penginterpretasian secara *Vertical Electric Sounding* (VES) yang diperoleh data berupa horisontal. Metoda ini melibatkan suatu perbandingan dari pengukuran kurva ρ_a dengan beberapa kurva induk. Teknik kurva penafsiran untuk interpretasi *Schlumberger* kurva VES menggunakan *Ebert Garph* seperti pada gambar 6. (a),(b),(c),(d) dan dua lapisan kurva induk seperti pada gambar 7. (a),(b) sebagai berikut:

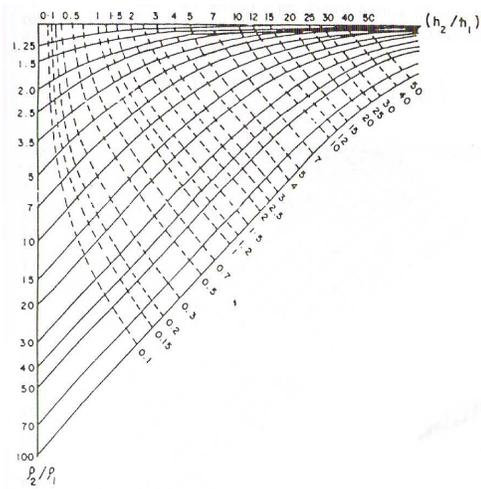
- 1. Masing-masing kurva tahanan jenis didekati atau di samakan dengan salah satu jenis lapisan untuk dua lapisan,
- 2. Koordinat tegak pada kurva dua lapisan dipertimbangkan untuk penentuan ketebalan dan tahanan jenis suatu lapisan menggantikan urutan lapisan,
- 3. Untuk mendapatkan beberapa parameter untuk lapisan yang sama, digunakan. satuan grafik pada koordinat grafik menjadi perbandingan dari ketebalan lapisan yang menggantikan untuk lapisan dasar. Parameter tahanan jenis adalah perbandingan. Perbandingan antara ketebalan dengan diplotkan di *double-log*,
- 4. Empat satuan alat bantu titik tabel seperti yang tersedia untuk tipe H, A, K dan Q seperti pada gambar IV.2 (a),(b),(c),(d).



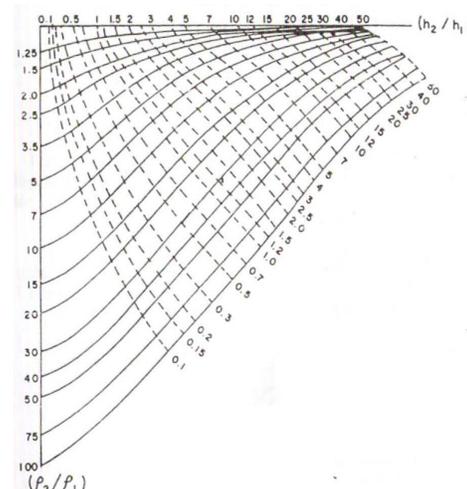
(a) Auxiliary Graph Type Q



(b) Auxiliary Graph Type H

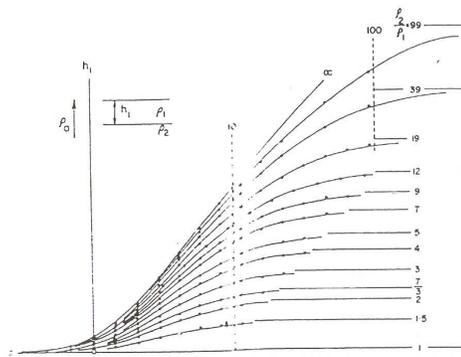


(c) Auxiliary Graph Type A

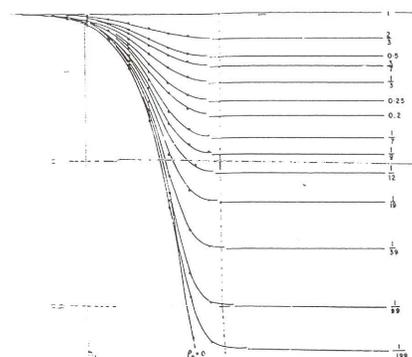


(d) Auxiliary Graph Type K

Gambar 6. Macam Tipe Auxiliary Graph (Ebert Charts) (Patra, H.P dan Nath, S.K., 1999).



(a) nilai $\rho > 1$



(b) nilai $\rho < 1$

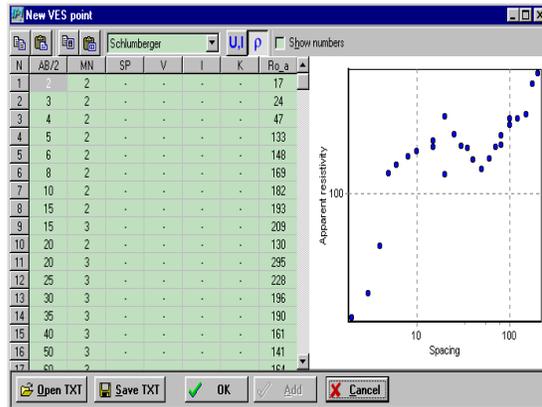
Gambar 7. Rangkaian Teori Master Curves (Patra, H.P dan Nath, S.K., 1999).

IPI2win merupakan sebuah *software* yang didesain untuk mengolah data *vertical electric sounding* dan atau *induced polarization* secara otomatis dan semi otomatis dengan berbagai macam variasi dari konfigurasi rentangan yang umum dikenal dalam

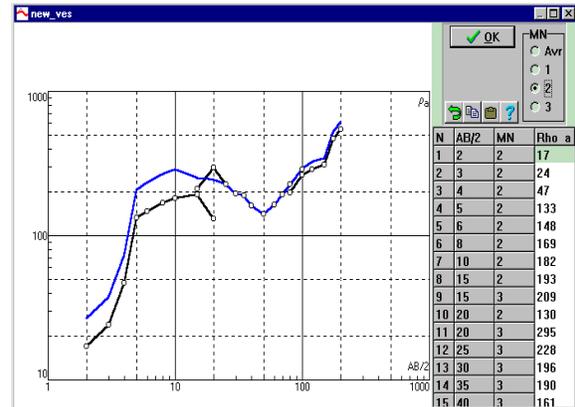
pendugaan geolistrik (Asisten Geofisika, 2006). IPI2win digunakan untuk memecahkan masalah-masalah geologi sesuai dengan kuva pendugaan yang dihasilkan. Dengan target mendapatkan hasil yang dapat diinterpretasikan secara geologi merupakan

keunggulan IPI2win daripada program-program inversi lainnya. Beberapa keuntungan yang utama dari *software* IPI2win adalah penafsiran manual dan

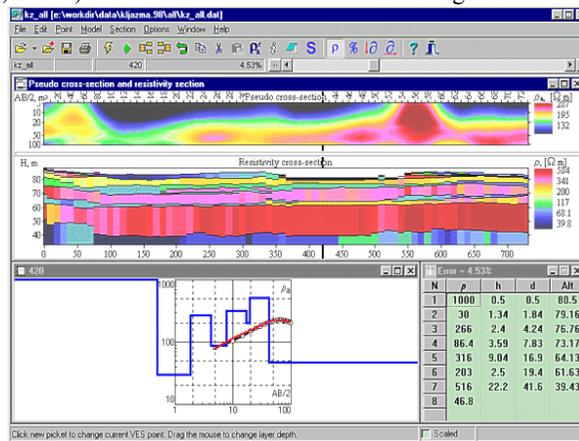
berubah parameter model pada metode yang berbeda, seperti gambar 8 (a,b dan c).



Gambar 8 a. Contoh *Worksheet* untuk Data Sederhana (Anonim, 2007c).



Gambar. 8 b. Hasil Pekerjaan dengan Beberapa Keterangan Data Kurva (Anonim, 2007c).



Gambar 8 c. Model Hasil Interpretasi (Anonim, 2007c).

Perbandingan antara *Matching Curve* dengan *Software* IPI2win jika dilihat dari perhitungan yang dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan metode *curve matching*, parameter ketebalan dan *true resistivity* dihitung satu persatu dari ujung awal kurva dengan memotong bagian kurva menjadi beberapa bagian. Umumnya hasil perhitungan secara manual memberikan hasil yang kurang optimal dan bila dilihat angka kesalahannya umumnya di atas 10 % (Anonim, 2007d). Program komputer (*Software* IPI2win) kemudian mengoreksi kombinasi nilai ketebalan dan *true resistivity* untuk mendapatkan angka kesalahan (*RMS error*) terkecil setelah terjadi sekian (bisa sampai ribuan) kali iterasi. Angka kesalahan terkecil ini tergantung pada kualitas data lapangan serta banyaknya parameter yang dimasukkan. Bila hasil perhitungan masih menunjukkan nilai kesalahan yang relatif besar, akan dicoba dengan menambah atau mengurangi jumlah parameter yang dimasukkan dan proses penghitungan dimulai lagi.

Resistivity Log, pada sumur yang belum dicasing elektroda dan arus potensial dapat diturunkan untuk pengukuran tahanan jenis media di sekitarnya dan untuk mengetahui variasi dari kedalaman. Hasil dari suatu casing sumur berupa log tahanan jenis. Hasil variasi log tahanan jenis disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: sumur fluida, diameter lubang, karakteristik yang melingkupi beberapa tingkatan, serta airtanah. Log tahanan jenis dapat sebagai pengindikasikan suatu casing sumur yang merupakan daerah yang segar dan daerah yang bersifat berkadar garam. Sirkulasi pada kondisi sumur yang tidak tergantung pada muka air hidrostatik, kepadatan air, ketebalan dan lokasi akuifer serta struktur fisik dari sumur. Log tahanan jenis dipekerjakan untuk penentuan akuifer. Penentuan lapisan akuifer dapat dilakukan melalui korelasi lapisan baik lapisan sebagai akuifer maupun tidak, serta penentuan perubahan di dalam kualitas airtanah (Todd, D.K., 1995). Korelasi merupakan salah satu kegunaan dalam penyelidikan struktural yang terjadi secara de-

tail dengan log listrik pada penyelidikan stratigrafi secara umum (Leroy, L.W., 1951).

Hasil dari interpretasi data serta analisis yang dilakukan, hendaknya dicocokkan dengan litologi dari stratigrafi daerah yang disurvei. Daerah yang disurvei merupakan daerah sedimen atau daerah vulkanik ataupun daerah yang telah mengalami proses metamorfosa. Umumnya akuifer pada daerah vulkanik mempunyai harga *true resistivity* yang lebih besar daripada daerah dengan batuan sedimen.

Komparasi Hasil Geolistrik Metode *Schlumberger* dengan Analisis Log berdasarkan Sunaryo, dkk, (2003), penentuan lapisan akuifer dengan geolistrik metode tahanan jenis untuk mengetahui kondisi bawah permukaan selalu menghasilkan sifat ambiguitas yang besarnya relatif bervariasi antara metode yang satu dengan lainnya. Akuisisi data geolistrik resistivitas pada penelitian ini digunakan konfigurasi *Wenner - Schlumberger* dengan konfigurasi potensial elektrode dan elektrode arus berjalan untuk mendapatkan variasi kearah kedalaman (*sounding*). Namun demikian variasi kearah lateral dapat diperoleh dengan menghubungkan antara titik-titik *sounding* dengan proses interpolasi. Penentuan lapisan akuifer dengan geolistrik metode tahanan jenis dilakukan pada titik pendugaan di daerah Awang, konfigurasi elektrode dengan metode *Schlumberger*, RMS (*Root Mean square*) : 0.1669 %, deskripsi penyelidikan penentuan akuifer terdiri dari: tahanan jenis semu lapisan (Ωm), kedalaman lapisan (m), jarak elektrode (m) : AB/2, tahanan jenis semu (Ωm).

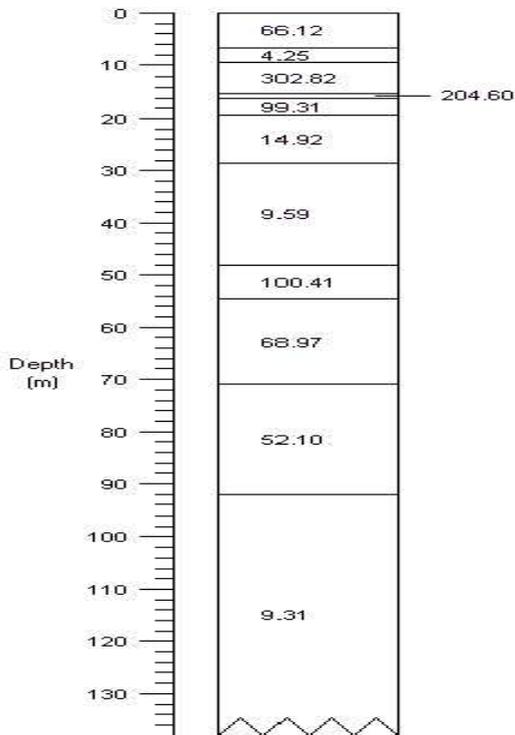
Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan *matching curve* model *inversi* untuk pendekatan harga resistivitas antara kurva lapangan dan kurva teori yang paling cocok. Hasil pengolahan untuk ketiga titik ukur adalah seperti pada tabel 1 dan gambar 9.

Tabel 1. Model Parameter Metode *Schlumberger* (Sunaryo, dkk, 2003).

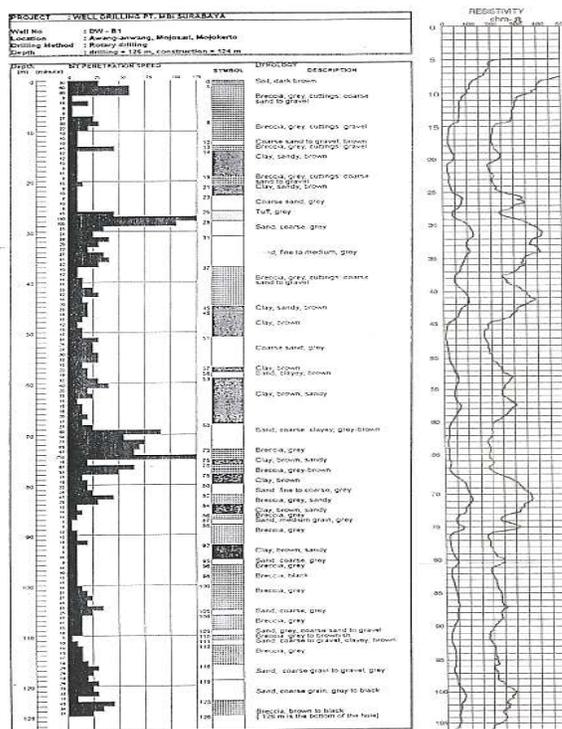
Lapisan	Kedalaman	Tahanan Jenis
1	0.00	66.12
2	6.62	4.25
3	9.35	302.92
4	15.08	204.60
5	16.20	99.31
6	19.4	14.92
7	28.47	9.59
8	48.04	100.41
9	54.59	68.97
10	70.92	52.10
11	92.06	9.31
12		

Hasil interpretasi dari pengolahan data geolistrik pada titik pendugaan berlokasi di Desa Awang menunjukkan adanya perlapisan akuifer yang berlapis banyak dan berselingan dengan lapisan non akuifer *multi layer akuifer*. Lapisan akuifer pertama terletak pada kedalaman 0-10m dengan nilai resistivitas 4.25-66.12 Ωm , kedua pada 16-48 m dengan nilai resistivitas 9.59-99.31 Ωm , ketiga pada 54-92 m dengan nilai resistivitas 52.10- 68.97 Ωm , dan keempat mulai pada 92 m dengan nilai resistivitas 9.31 Ωm . Secara berurutan mempunyai litologi sebagai berikut: lapisan akuifer pertama dan kedua terdiri atas breksi, kerikil, dan kerakal; lapisan ketiga berselingan antara campuran breksi, kerikil, dan kerakal dengan batulempung. Sedangkan yang keempat relatif terdiri atas breksi, kerikil, dan kerakal. Hasil interpretasi dari data pemboran dan data *log/sonde* pada titik pendugaan berlokasi di Desa Awang menunjukkan adanya lapisan pertama terletak pada kedalaman 0-10m dengan litologi breksi dan pasir kasar- kerikil, kedua pada 16-48 m dengan litologi breksi, pasir kasar- kerikil, tufa dan batulempung, ketiga pada 54-92 m dengan litologi breksi, pasir kasar- kerikil dan batulempung serta keempat mulai pada 92 m dengan litologi breksi, pasir kasar- kerikil dan batulempung.

Dari hasil perbandingan tersebut dapat disimpulkan litologi akuifer berupa breksi, batupasirpasir kasar / kerikil dan kerakal, sedangkan litologi lapisan non akuifer adalah batulempung. Hasil interpretasi geolistrik menunjukkan adanya kesesuaian secara relatif dengan data pengeboran dan *log/sonde*. Hasil dari pengolahan data digunakan sebagai dasar untuk interpretasi. Sebagai sandaran, dilakukan perbandingan dengan data hasil pemboran dan data *log/sonde* seperti pada gambar 10.



Gambar 9. Resistivity Log (Sunaryo, dkk, 2003).



Gambar 10. Data Log/sonde (Sunaryo, dkk, 2003).

Kesimpulan

Berdasarkan dari pembahasan mengenai Pengolahan Data Geolistrik dengan Metode *Schlumberger* diatas dapat diambil kesimpulan, sebagai berikut:

1. Geofisika merupakan ilmu yang mempelajari tentang komposisi dan struktur dari bagian dalam bumi. Hampir semua dari yang kita pahami tentang bumi di bawah permukaan yang terlihat dari pengamatan yang berhubungan dengan geofisika. Beberapa metode geofisika yang secara luas mempekerjakan untuk pekerjaan eksplorasi berupa seismik, gravitasi, geomagnet, geolistrik, georadar dan *well logging*.
 - a. Metode seismik ; mempunyai ketepatan serta resolusi yang tinggi dalam memodelkan struktur geologi bawah permukaan bumi
 - b. Metode gravitasi ; mempunyai kepadatan berbeda, dan mempunyai tarikan gravitasi lebih besar.
 - c. Metode geomagnet pada dasarnya mengukur besaran medan magnet bumi yang ditimbulkan oleh berbagai sumber baik yang ada di dalam perut bumi maupun adanya pengaruh dari luar, seperti radiasi matahari.
 - d. Metode geolistrik menghasilkan informasi pada lapisan yang mempunyai daya hantar listrik yang digunakan untuk memetakan *bedrock* di dalam airtanah untuk penentuan kadar garam.
 - e. Metode georadar untuk penentuan lokasi atau pemetaan bawah permukaan yang cukup dangkal, tidak merusak lingkungan dan memberikan gambaran bawah permukaan yang menerus.
 - f. *Well logging* pada bawah tanah yang mempunyai tujuan utama untuk kedalaman dan volume dari kedudukan adanya hidrokarbon atau akuifer
2. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksi di permukaan bumi yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat injeksi arus ke dalam bumi. Ada beberapa macam metode geolistrik, antara lain: metode potensial diri arus tellurik, magnetotellurik, elektromagnetik, IP (*Induced polarization*), resistivitas (tahanan jenis) dan lain-lain. Ada dua jenis penyelidikan tahanan jenis, yaitu: *horizontal profiling* (HP), untuk mengetahui kecenderungan harga resistivitas di suatu daerah tertentu dan *vertical electrical sounding* (VES) untuk mendapatkan informasi tentang kedalaman atau ketebalan lapisan batuan dari harga resistivitas secara vertikal. Metode geolistrik lebih efektif jika digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, jarang memberikan informasi lapisan di kedalaman lebih dari 1000 atau 1500 kaki dengan salah satu keunggulan dari metode geolistrik ini adalah

- peralatan relatif murah, biaya survei relatif murah, waktu yang dibutuhkan relatif sangat cepat.
3. Pada konfigurasi *Schlumberger* idealnya jarak MN dibuat sekecil-kecilnya secara teoritis tidak berubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak AB. Kelemahan konfigurasi *Schlumberger* dalam pembacaan tegangan elektroda MN lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh sedangkan keunggulan konfigurasi *Schlumberger* untuk mendeteksi adanya sifat tidak homogen lapisan batuan pada permukaan dengan membandingkan nilai resistivitas semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda MN/2. Parameter yang diukur yaitu: jarak antara stasiun dengan elektroda-elektroda (AB/2 dan MN/2), Arus (I) dan Beda Potensial (ΔV).
 4. Analisis data dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu: *Matching Curve* merupakan suatu bagian dari proses penginterpretasian secara *Vertical Electric Sounding* (VES) yang diperoleh data berupa horisontal dan *Software* IPI2win digunakan untuk memecahkan masalah-masalah geologi sesuai dengan kuva pendugaan yang dihasilkan. Perbandingan antara *Matching Curve* dengan *Software* IPI2win jika dilihat dari perhitungan yang dilakukan secara manual yaitu dengan menggunakan metode *curve matching*, parameter ketebalan dan *true resistivity* dihitung satu persatu dari ujung awal kurva dengan memotong bagian kurva menjadi beberapa bagian. Hasil dari suatu casing sumur pengukuran tahanan jenis elektrik menghasilkan berupa log tahanan jenis. Korelasi merupakan salah satu kegunaan dalam penyelidikan struktural yang terjadi secara detail dengan log listrik pada penyelidikan stratigrafi secara umum. Dari hasil perbandingan antara geolistrik dengan analisis log pada hasil interpretasi geolistrik menunjukkan adanya kesesuaian secara relatif dengan data pengeboran dan *log/sonde*.
 5. Asisten Geofisika, 2006, *Praktikum Geofisika*, Lab. Geofisika Fakultas teknologi Mineral UPN, Yogyakarta.
 6. Bonjotama, W., 2007, *Geolistrik / Resistivity Meter* (Online, accessed 7 Desember 2007), <http://walnison.indonetwork.co.id/552966+basket>.
 7. Dobrin, M.B. dan Savit, C.H., 1988, *Introduction to Geophysical Prospecting 4th Edition*, New York.
 8. Karanth, K.R., 1987, *Groundwater Assessment*, Tata McGraw-Hill Book Publishing Co., New Delhi.
 9. Leroy, L.W., 1951, *Subsurface Geologic Methods 2nd Edition*, Associated professor of Geology Colorado School of Mines, Golden Colorado.
 10. Patra, H.P dan Nath, S.K., 1999, *Schlumberger Geoelectric Sounding In Groundwater*, departement of Geology & Geophysics, Indian Institute of Technology, Kharagpur West Bengal India.
 11. Sharma, P.V., 1997, *Environmental and engineering geophysics*, Copenhagen University, Cambridge.
 12. Sunaryo, dkk, 2003, *penentuan lapisan aquifer dengan metode geolistrik resistivitas Di desa tempuran, jatilangung dan awang-awang, kec. Pungging, Kab. Mojokerto, Proceedings Of Joint Convention Jakarta 2003 The 32nd IAGI and The 28th HAGI Annual Convention and Exhibition. Pdf*, UNIBRAW Malang.
 13. Todd, D.K., 1959, *Groundwater Hydrology*, Associate Professor of Civil Engineering California University, John Wiley & Sons, New York.
 14. _____, 1995, *Groundwater Hydrology 2nd Edition*, Consulting Engineers California University, John Wiley & Sons, New York.

Daftar Pustaka

1. _____, 2007a, *Geolistrik*. (Online, accessed 14 November 2007). <http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>
2. _____, 2007b, *Syscal Kid Resistivity Meter* (Online, accessed 29 November 2007), <http://www.geo-resistivity.com>
3. _____, 2007c, *Software IPI2win-1D interpretation of VES profiles* (Online, accessed 25 November 2007), [http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset =windows-1252">title>IPI2win</title>HarbourDom.](http-equiv=)
4. _____, 2007d, *Perhitungan Geolistrik*. (Online, accessed 14 November 2007). URL: <http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>>.