

Penerapan Metode Inversi Dalam Pendugaan Nilai Resistivitas

Application of the Inversion Method in Estimating the Resistivity Value

Octavia Melani^{1*}, Trias Annisa Fara¹, Lola Anjelika¹, Diah Ega Safitri¹, Rahmat Catur Wibowo¹, Ahmad Zaenudin¹

¹Jurusan Teknik Geofisika Fakultas Teknik Universitas Lampung
Email: octaviamelani02@gmail.com

Abstrak

Pemodelan inversi (inverse modeling) sering disebut sebagai "kebalikan" dari pemodelan ke depan dikarenakan dalam pemodelan inversi parameter model didapatkan secara langsung dari data. Pemodelan inversi sering juga disebut dengan data fitting karena pada prosesnya mencari parameter model yang menghasilkan respons yang fit dengan data pengamatan. Tujuan utama metode inversi pada umumnya bukan untuk mengetahui secara keseluruhan bentuk dari permukaan fungsi obyektif pada ruang model, melainkan untuk mencari nilai minimum. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui resistivitas struktur bawah permukaan terhadap kedalaman dengan melakukan pengukuran-pengukuran dan perhitungan geofisika. Metode yang dilakukan yaitu dengan interpretasi menggunakan software dalam melakukan pengolahan data pengukuran geolistrik resistivitas VES dan tomografi. Data diolah dan di proses menggunakan bantuan perangkat lunak (software) yaitu, software Ipi2win untuk data VES dan software Res2div untuk data tomografi. Hasil penelitian ini diketahui bahwa batuan pirit (Pyrite) memiliki nilai resistivity 0,01-100, batu tulis (Shale) memiliki nilai resistivity 20-2000, pasir (Sand) memiliki nilai resistivity 1-1000, lempung (Clay) memiliki nilai resistivity 1-100, air tanah (ground water) memiliki nilai resistivity 0,5-300, Aluvium memiliki nilai resistivity 10- 800, dan Kerikil (Gravel) memiliki nilai resistivity 100-600. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil tersebut kurang akurat karena tidak stabilannya nilai resistivity yang ada dan didapati error sebesar 38,7%.

Kata kunci: Metode Inversi, Resistivitas, Software IP2Win, Software Res2div

Abstract

Inverse modeling is often referred to as the "reverse" of forward modeling because in inversion modeling the model parameters are obtained directly from the data. Inversion modeling is often referred to as data fitting because in the process it looks for model parameters that produce a response that fits the observed data. The main purpose of the inversion method in general is not to find out the overall shape of the surface of the objective function in the model space, but to find the minimum value. This research was conducted to determine the resistivity of the subsurface structure to depth by carrying out geophysical measurements and calculations. The method used is interpretation using software in processing VES resistivity and tomography geoelectrical measurement data. The data is processed and processed using software assistance, namely, Ipi2win software for VES data and Res2div software for tomographic data. The results of this study indicate that pyrite rock (Pyrite) has a resistivity value of 0.01-100, slate (Shale) has a resistivity value of 20-2000, sand (Sand) has a resistivity value of 1-1000, clay (Clay) has a resistivity value of 1 -100, ground water has a resistivity value of 0.5-300, Alluvium has a resistivity value of 10-800, and Gravel has a resistivity value of 100-600. So it can be concluded that the results are less accurate because of the unstable value of the existing resistivity and an error of 38.7% was found.

Keywords: Inversion Method, Resistivity, Software IP2Win, Software Res2div

PENDAHULUAN

Metode geofisika merupakan metode terapan dari beberapa prinsip fisika yang bertujuan untuk mengetahui dan memecahkan masalah yang berhubungan dengan bumi. Beberapa persoalan fisika yang sering kali dihadapi memiliki kerumitan dalam penyelesaian matematisnya yaitu secara analitik maka dapat dengan disederhanakan penyelesaiannya dengan menggunakan pendekatan komputasi [1].

Gejala fisika yang menarik adalah permasalahan dalam bidang geofisika salah satunya yakni penentuan struktur bawah permukaan yaitu menentukan potensi sumber panas bumi. Penentuan struktur bawah permukaan dapat dilakukan dengan menerapkan metode inversi dengan pendekatan *Gauss Jordan*. Proses inversi adalah suatu proses pengolahan data lapangan yang melibatkan teknik penyelesaian matematika dan statistik untuk mendapatkan informasi yang berguna mengenai distribusi sifat fisik bawah permukaan [2].

Dalam mencari sumber daya alam yang keberadaannya sangat penting untuk perkembangan peradaban manusia, peranan geofisika menjadi sangat diperlukan mengingat sumber daya yang masih ada umumnya tersembunyi di bawah endapan hasil erosi sehingga tidak mungkin lagi teramati secara geologis. Karena itulah mengapa ilmu geofisika telah berkembang begitu cepat. Walaupun ilmu geofisika termasuk ilmu fisika, namun metodologinya telah bergeser dari metodologi yang biasa dipakai dalam mempelajari ilmu fisika menjadi metode-metode geofisika seperti metode inversi geofisika [3].

Tujuan utama dari kegiatan eksplorasi geofisika adalah untuk membuat model bawah permukaan bumi dengan mengandalkan data lapangan yang diukur bisa pada permukaan bumi atau di bawah permukaan bumi atau bisa juga di atas

permukaan bumi dari ketinggian tertentu. Untuk mencapai tujuan ini, idealnya kegiatan survey atau pengukuran harus dilakukan secara terus menerus, berkelanjutan dan terintegrasi menggunakan sejumlah ragam metode geofisika [2].

Seringkali bahkan hampir pasti terjadi beberapa kendala akan muncul dan tak bisa dihindari, seperti kehadiran *noise* pada data yang diukur. Ada juga kendala tidak lengkap data atau malah kurang alias tidak cukup. Namun demikian, dengan analisis data yang paling mungkin, kita berupaya memperoleh informasi yang relatif valid berdasarkan keterbatasan data yang kita miliki. Dalam melakukan analisis, sejumlah informasi mengenai kegiatan akuisisi data juga diperlukan, antara lain: nilai *sampling rate* yang optimal, jumlah data yang diperlukan, berapa tingkat akurasi yang diinginkan. Selanjutnya pemilihan proses analisis model matematika yang cocok mesti ditentukan mana yang akan berperan ketika menghubungkan antara data lapangan dan distribusi parameter fisis yang hendak dicari [2].

Seperti yang kita ketahui bahwa tujuan dari proses inversi yaitu untuk mengestimasi parameter fisis batuan yang sebelumnya tidak diketahui (*unknown parameter*). Proses inversi terbagi dalam level-level tertentu mulai dari yang paling sederhana seperti *fitting* garis untuk data seismik refraksi sampai kepada level yang rumit seperti tomografi akustik dan *matching* (pencocokan) kurva *resistivity* yang multidimensi. Sehingga, tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui resistivitas struktur bawah permukaan terhadap kedalaman dengan melakukan pengukuran-pengukuran dan perhitungan geofisika dan untuk mendapatkan hasil pendugaan nilai resistivitas dengan penyusunan elektroda dalam bermacam-macam konfigurasi [4].

Dalam bidang ilmu geofisika, akuisisi data lapangan pasti dilakukan sesuai dengan

prosedur yang sudah ditentukan sebelumnya. Data hasil pengukuran dicatat lalu disajikan dalam bentuk tabel angka-angka atau tabel data pengukuran. Kemudian, hasil pengukuran berupa data tersebut memiliki nilai error yang dipengaruhi oleh beberapa hal terutama tergantung pada kondisi dan sifat fisis batuan bawah permukaan. Data berupa angka-angka yang memiliki *noise* disebut data lapangan. Metode inversi merupakan suatu proses pengolahan data lapangan atau data observasi yang menggunakan teknik penyelesaian masalah secara matematika dan statistik untuk mendapatkan hasil berupa informasi yang dapat digunakan untuk menganalisis proses distribusi sifat fisis bawah permukaan. Di dalam proses inversi, analisis dilakukan terhadap data observasi dengan cara melakukan *curve fitting* (pencocokan kurva) antara model matematika dan data observasi atau data lapangan [2].

Dalam eksplorasi geofisika terdapat beberapa metode yang bisa digunakan. Khusus untuk penyelidikan bawah permukaan tanah yang dapat dilakukan, diantaranya ada metode geologi, metode gravitasi, metode magnetik, metode seismik, dan metode geolistrik. Dari metode-metode tersebut, metode geolistrik merupakan metode yang banyak sekali digunakan dan hasilnya cukup baik [5].

Salah satu metode geofisika yang sering digunakan pada proses akuisisi data lapangan adalah metode geolistrik. Metode geolistrik biasa digunakan dalam proses penentuan akuifer air tanah, mencari lokasi patahan, eksplorasi mineral dalam tanah dan eksplorasi arkeologi. Metode ini didasari oleh asumsi teruji bahwa material yang berbeda akan memiliki nilai resistivitas yang berbeda ketika dialiri arus listrik. Salah satu metode geolistrik yang sering digunakan dalam pengukuran aliran listrik dan untuk mempelajari keadaan geologi bawah permukaan adalah metode resistivitas [6].

Resistivitas adalah suatu sifat fisis yang dimiliki batuan, berupa kemampuan untuk dilewati dan dialiri arus listrik, jika batuan makin sukar atau semakin sulit untuk dilewati oleh arus listrik maka semakin besar nilai resistivitas batuan tersebut begitupun sebaliknya apabila semakin mudah dilalui arus listrik maka semakin kecil nilai resistivitasnya. Pada metode geolistrik, arus listrik diinjeksikan atau dialirkan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus, kemudian mengukur beda potensial menggunakan dua elektroda. Tujuan survey geolistrik resistivitas adalah untuk mengetahui resistivitas bawah permukaan bumi dengan melakukan pengukuran pada permukaan bumi. Pendekatan yang paling sederhana dalam mempelajari aliran arus listrik di dalam bumi adalah bumi dianggap homogen isotropis. Homogen isotropis sendiri adalah asumsi atau anggapan bahwa bumi memiliki satu lapisan batuan dengan nilai resistivitas yang sama [6].

Prinsip dasar dari metode resistivitas adalah penggunaan arus untuk menginvestigasi sifat listrik (tahanan jenis) dari bawah permukaan. Pengukuran resistivitas dilakukan dengan menginjeksi arus menggunakan dua elektroda (disebut elektroda arus) dan mengukur beda potensial dari dua elektroda lainnya, yang disebut elektroda potensial. Dengan begitu kita dapat mengetahui nilai arus dan beda potensial, maka nilai tahanan jenis atau resistivitas dapat diketahui juga. Nilai resistivitas dari pengukuran ini disebut dengan resistivitas semu (*apparent resistivity*) [7].

Metode resistivitas memiliki beberapa konfigurasi atau susunan elektroda, yaitu pole-pole, dipole-dipole, pole-dipole, Wenner, Schlumberger, dan Wenner-Schlumberger. Penggunaan konfigurasi disesuaikan dengan apa yang akan dicari pada saat survei geofisika. Metode resistivitas merupakan metode yang sensitif terhadap perubahan lensa tanah dan efektif

untuk menentukan kedalaman untuk daerah air jenuh dan pola aliran air tanah. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya data observasi atau data lapangan mengandung *noise*. *Noise* atau disebut juga derau adalah sinyal-sinyal yang tidak diinginkan atau tidak dikehendaki keberadaannya namun ikut termasuk kedalam data yang dihasilkan pada saat pengukuran, dimana keberadaannya dalam suatu sistem atau data dapat mempengaruhi keakuratan data tersebut. terdapat beberapa hal yang memengaruhi resistivitas tanah, antara lain saturasi, porositas, permeabilitas, kandungan ion dari fluida, dan kandungan lumpur [7].

Salah satu permasalahan dalam pengukuran metode resistivitas adalah permasalahan pada bumi yang bersifat tak homogen walau bisa dipecahkan dengan asumsi bumi bersifat homogen pada kenyataannya, bumi tersusun oleh material yang berbeda pada setiap lapisannya. Material penyusun lapisan bumi tentunya memiliki sifat kelistrikan yang berbeda satu dengan yang lainnya. Hal ini berarti potensial listrik yang terukur merupakan harga potensial listrik total dari semua jenis lapisan yang dilewati arus listrik. Dengan demikian, harga resistivitas yang terukur juga merupakan harga resistivitas total atau disebut resistivitas semu (*apparent resistivity*) [8].

Pemodelan inversi merupakan suatu metode yang digunakan dalam interpretasi komputer untuk memodelkan suatu data yang dimasukkan ke dalamnya. Proses pemodelan akan dilakukan secara otomatis untuk mendapatkan suatu model atau suatu nilai yang dicari. Salah satu program komputer yang menggunakan metode inversi untuk memodelkan data adalah program RES2DINV. Program RES2DINV merupakan program yang dilengkapi dengan metode *iteratif smoothness- constrained* dan *least-squares*. Dalam melakukan pemodelan inversi untuk menghasilkan sebuah

gambaran (peta) formasi lapisan batuan 2-D (dua dimensi) dan nilai resistivitas tiap lapisan batuan berdasarkan data resistivitas semu [8].

METODE PENELITIAN

Untuk menentukan inversi resistivitas digunakan pendekatan inversi nonlinear, sehingga, metode inversi yang digunakan untuk menyelesaikan perhitungan ini digunakan metode Gauss, yakni pendekatan deret Taylor. Nilai resistivitas semu yang kita miliki akan diubah menjadi resistivitas sebenarnya dengan teknik inverse modeling. Proses inversi dilakukan dengan menggunakan software IP2Win. Proses inversi dilakukan untuk mengubah nilai resistivitas semu menjadi nilai resistivitas material sebenarnya sehingga didapatkan nilai resistivitas sebenarnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

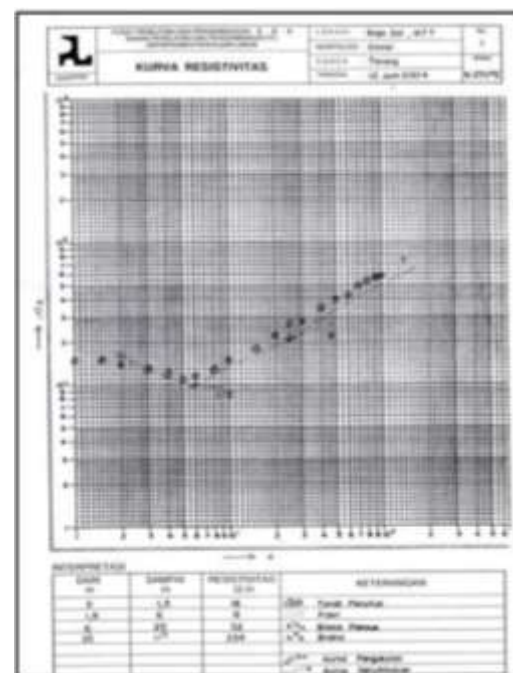
Resistivitas adalah suatu sifat fisis yang dimiliki batuan, berupa kemampuan untuk dilewati dan dialiri arus listrik, jika batuan makin sukar atau semakin sulit untuk dilewati oleh arus listrik maka semakin besar nilai resistivitas batuan tersebut begitupun sebaliknya apabila semakin mudah dilalui arus listrik maka semakin kecil nilai resistivitasnya. Prinsip dasar dari metode resistivitas adalah penggunaan arus untuk menginvestigasi sifat listrik (tahanan jenis) dari bawah permukaan. Pengukuran resistivitas dilakukan dengan menginjeksi arus menggunakan dua elektroda (disebut elektroda arus) dan mengukur beda potensial dari dua elektroda lainnya, yang disebut elektroda potensial. Dengan begitu kita dapat mengetahui nilai arus dan beda potensial, maka nilai tahanan jenis atau resistivitas dapat diketahui juga. Nilai resistivitas dari pengukuran ini disebut dengan resistivitas semu (*apparent resistivity*).

Pemodelan inversi merupakan suatu metode yang digunakan dalam interpretasi untuk memodelkan suatu data. Proses pemodelan akan dilakukan secara otomatis untuk mendapatkan suatu model atau suatu nilai yang dicari. Dalam melakukan pemodelan inversi untuk menghasilkan sebuah gambaran (peta) formasi lapisan batuan 2-D (dua dimensi) dan nilai resistivitas tiap lapisan batuan berdasarkan data resistivitas semu dari data lapangan.

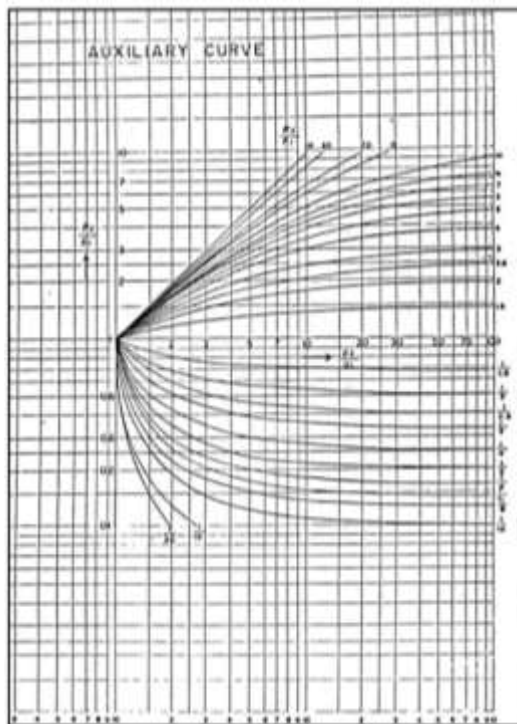
Apparent resistivity pseudosection merupakan penampang melintang semu yang menggambarkan distribusi nilai resistivitas semu suatu titik VES terhadap titik VES lainnya dibawah permukaan bumi. Penampang melintang semu tersebut memiliki absis jarak antar titik VES satu dengan titik VES lainnya dan ordinat nilai $AB/2$ atau $1/2L$. kordinat tidak menunjukkan kedalaman sebenarnya namun menunjukkan kedalaman semu. Faktor konversi untuk mengubah kedalaman semu tersebut menjadi kedalaman sebenarnya dapat berkisar antara 0.33 hingga 0.14.

Susunan elektroda yang dilaksanakan di lapangan untuk pengambilan data geolistrik VES menggunakan susunan elektroda konfigurasi wenner. Pengukuran VES dilakukan secara manual, dengan memindahkan 4 elektroda bersamaan untuk setiap kedalaman. Susunan elektroda yang biasa digunakan adalah *wenner-schlumberger* dengan jarak antar elektroda atau spasi elektroda 10 m. Data hasil pengukuran geolistrik resistivitas diolah dengan menggunakan dua teknik interpretasi yaitu, teknik interpretasi secara manual dengan menggunakan teknik kurva matching, metode lapisan Barnes dan Kumulatif Moore. Dan teknik interpretasi dengan menggunakan software yaitu, Ipi2win untuk data sounding dan Res2divn untuk data tomografi. Secara umum tahapan-tahapan pengolahan data geolistrik resistivitas dengan teknik interpretasi manual dan *software*.

Teknik intepreriasi manual dilakukan dengan cara perbandingan kurva, secara umum pengolahan data geolistrik VES ini dilakukan dengan teknik *curve matching* (pencocokkan kurva), yaitu dengan mencocokkan data observasi atau data lapangan dengan kurva standar (baku) yang telah ada untuk mengetahui susunan litologi bawah permukaan secara vertikal. Tidak semua titik duga menghasilkan lengkung (kurva) yang dapat diinterpretasikan, maka disamping pembuatan lengkung duga juga dilakukan perhitungan resistivitas murni dengan metode lapisan Barnes untuk setiap kedalaman 10 m. Hasilnya menggambarkan perubahan litologi berdasarkan resistivitasnya. Selain itu dilakukan perhitungan dengan menggunakan Kumulatif Moore, untuk memperoleh gambaran batas lapisan litologi.



Gambar 1. Interpretasi Nilai Resistivitas Secara manual



Gambar 2. Kurva bantu untuk konfigurasi wenner

No	Kedalaman (m)	Resistivitas (Ωm)	Ketebalan (m)	Keterangan
1	0 - 4,2	100	4,2	Tanah Penutup (Top Soil)
2	4,2 - 20	12,5	15,8	Endapan Alluvium yang terdiri dari litologi berupa kerakal, kerikil, pasir, lanau dan lempung
3	20 - ∞	37,5		Batu pasir

Gambar 3. Tabel hasil interpretasi pencocokan kurva data geolistrik VES

Interpretasi menggunakan *software* dilakukan dengan melakukan pengolahan data pengukuran geolistrik resistivitas VES dan tomografi. Data diolah dan di proses menggunakan bantuan perangkat lunak (*software*) yaitu, *software Ipi2win* untuk data VES dan *software Res2divn* untuk data tomografi.

Prinsip yang digunakan pada interpretasi manual dan dengan *software* itu sama dimana pengolahan data VES dengan sama dengan kurva matching, yaitu dengan

mencocokkan kurva plot data lapangan dengan kurva model (kurva standar). Namun yang membedakannya pada *software Ipi2win*, hasil pencocokkan kurva ditentukan oleh proses inversi yang bekerja dengan algoritma tertentu. Dari hasil kurva resistivitas 1D ini kemudian dibuat penampang resistivitas 2D. Setiap warna mewakili suatu nilai resistivitas tertentu. Untuk menginterpretasi struktur litologi bawah permukaan dibawah titik pengukuran, dilakukan dengan melihat citra perlapisan berwarna ini sebagai fungsi kedalaman. Dari hasil analisis ini, dapat diketahui gambaran litologi bawah permukaan dibawah titik pengukuran dan dapat diduga lapisan yang bertindak sebagai sebagai akuifer. Sedangkan pengolahan data tomografi dengan menggunakan *software Res2divn* bertujuan untuk membuat suatu model penampang bawah permukaan secara lateral dan vertikal sekaligus, baik dalam bentuk 2D atau 3D, dimana model penampang tersebut mencerminkan distribusi nilai resistivitas sebenarnya dibawah permukaan bumi (dibawah titik pengukuran) dan kedalaman lapisan. Hasil penampang pada *Res2divn* diperoleh dari hasil inversi nilai *apparent resistivity*.

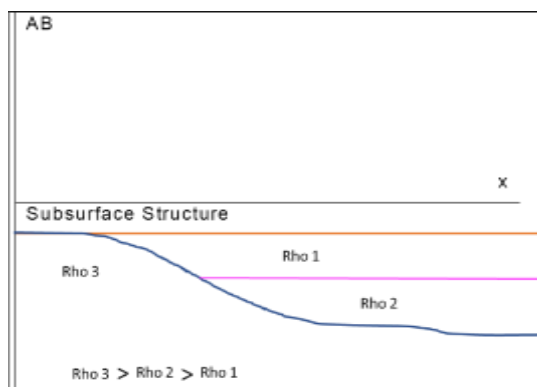
Proses inversi terbagi dalam level-level tertentu mulai dari yang paling sederhana seperti *fitting* garis untuk data seismik refraksi sampai kepada level yang rumit seperti tomografi akustik dan *matching* (pencocokan) kurva resistivity yang multidimensi. Proses inversi dilakukan untuk mengubah nilai resistivitas semu menjadi nilai resistivitas material sebenarnya sehingga didapatkan nilai resistivitas sebenarnya.

Proses inversi dilakukan pada nilai resistivitas semu menggunakan *software IP2Win* untuk mendapatkan nilai resistivitas sebenarnya. Hasil inversi adalah tabel nilai resistivitas yang mencakup informasi nilai resistivitas yang sebenarnya dan distribusinya menurut kedalaman dari

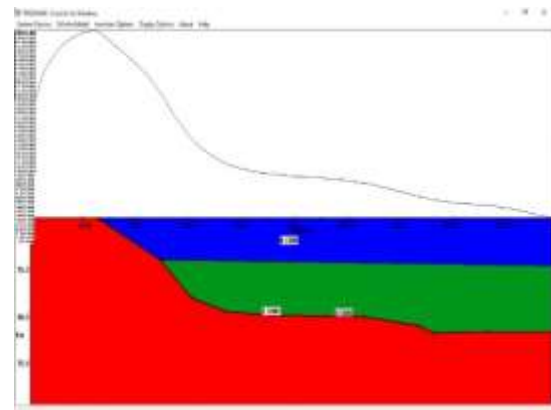
permukaan Bumi. Nilai resistivitas sebenarnya merupakan nilai resistivitas yang dapat diinterpretasi karena nilai tersebut disertai dengan informasi distribusinya menurut kedalaman di bawah permukaan Bumi. Nilai resistivitas sebenarnya berbeda dengan nilai resistivitas semu yang tidak memiliki informasi kedalaman melainkan hanya memiliki nilai $AB/2$ atau $\frac{1}{2} L$ yang menunjukkan jarak antar pasangan elektroda arus dan potensial atau nilai kedalaman semu.

Salah satu program komputer yang menggunakan pemodelan inversi untuk memodelkan data adalah program *RES2DINV*. Program *RES2DINV* merupakan program yang dilengkapi dengan metode *iteratif smoothness- constrained* dan *least-squares*. Dalam melakukan pemodelan inversi untuk menghasilkan sebuah gambaran (peta) formasi lapisan batuan 2-D (dua dimensi) dan nilai resistivitas tiap lapisan batuan berdasarkan data resistivitas semu yang sebelumnya didapatkan dari lapangan.

Misal kita memiliki $Rho\ 1 = 0,1$; $Rho\ 2 = 0,5$; $Rho\ 3 = 1,0$ Respon yang diapat yaitu:



Gambar 4. Struktur Perlapisan



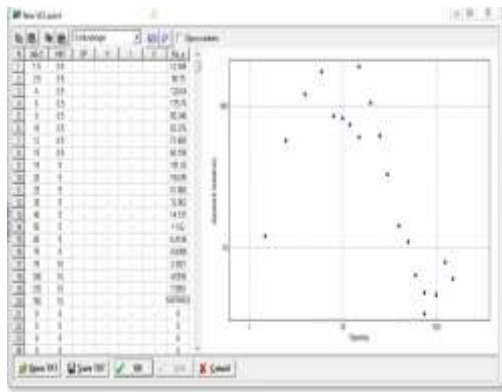
Gambar 5. Respon perlapisan

Dari penampang diatas dapat kita ketahui bentuk perlapisan dibawah permukaan bumi dengan mengetahui nilai Rho perlapisannya. Pada suatu daerah X diketahui hasil pengukuran geolistrik adalah sebagai berikut:

No	AB/2 (m)	MN/2 (m)	ρ (m)	ρ (m)	ρ (m)	ρ (m)	App. Rho (Ohm.m)
1	1	1,5	0,5	6,3	40	76,5	12,04875
2	2	2,3	0,5	18,8	28,9	87,3	34,7901142
3	3	4	0,5	49,5	33	85,3	120,6405714
4	4	6	0,5	112,3	43	87,3	175,7625061
5	5	8	0,5	208,2	76	12,4	85,34862105
6	6	10	0,5	311,2	73	18,2	82,37549061
7	7	12	0,5	401,4	29	9	73,88545405
8	8	15	0,5	705,7	61	5,2	60,15401279
9	9	15	5	82,8	62	188,8	181,6335484
10	10	20	5	117,8	86	18,8	104,9430925
11	11	20	5	188,8	74	24,2	81,88648849
12	12	30	5	274,8	94	7,7	13,261875
13	13	40	5	494,8	108	3,2	14,19801105
14	14	50	5	777,2	134	1,9	11,62
15	15	60	5	1122,8	70	0,4	6,434857343
16	16	75	5	1796,4	182	0,5	4,831705231
17	17	75	10	867,4	179	0,7	1,252067039
18	18	100	10	1254,3	167	0,5	4,651192614
19	19	125	10	2417,4	105	0,6	7,905061081
20	20	150	10	3326,8	208	0,4	6,743070923

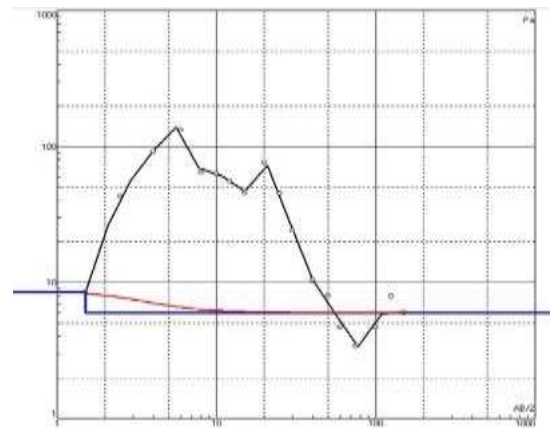
Gambar 6. Data hasil pengukuran

Dari data diatas dapat kita ketahui kurva nilai resistivitas semu (garis warna hitam) dan kurva perhitungan kalkulasi (garis warna merah), dan *forwhat modeling* di bawah perhitungan (garis warna biru). Gunanya untuk mengatur kurva perhitungan berhimpit dengan kurva resistivitas semu dengan eror tidak lebih dari 20%).



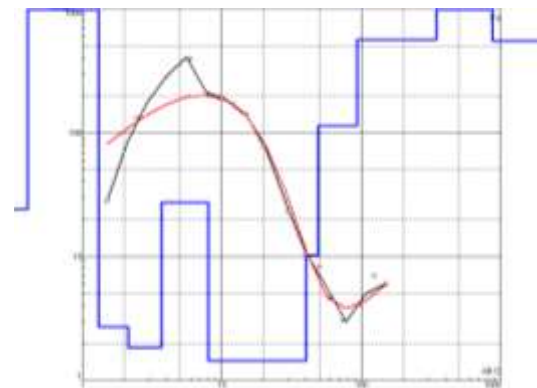
Gambar 7. Kurva resistivitas semu

Pada tabel yang ditunjukkan oleh **gambar. 3** memberikan informasi tentang *resistivity layer*. Kolom ρ adalah nilai resistivitas (hambatan) tiap lapisan. Kolom Alt adalah *altitude* atau kedalaman dari elevasi (ketinggian) titik VES. Kolom d memberikan informasi tentang kedalaman dari permukaan tanah. Kolom h memberikan informasi tentang ketebalan tiap lapisan dengan nilai resistivitas yang berbeda. Grafik warna hitam dan merah memberikan informasi tentang hubungan nilai $AB/2$ dan *apparent resistivity*, grafik warna biru memberikan informasi tentang variasi dari nilai resistivitas yang ada. Salah satu permasalahan dalam pengukuran metode resistivitas adalah permasalahan pada bumi yang bersifat tak homogen walau bisa dipecahkan dengan asumsi bumi bersifat homogen pada kenyataannya, bumi tersusun oleh material yang berbeda pada setiap lapisannya. Hal ini berarti potensial listrik yang terukur merupakan harga potensial listrik total dari semua jenis lapisan yang dilewati arus listrik. Dengan demikian, harga resistivitas yang terukur juga merupakan harga resistivitas total atau disebut resistivitas semu (*apparent resistivity*).



Gambar 8. Grafik nilai resistivitas

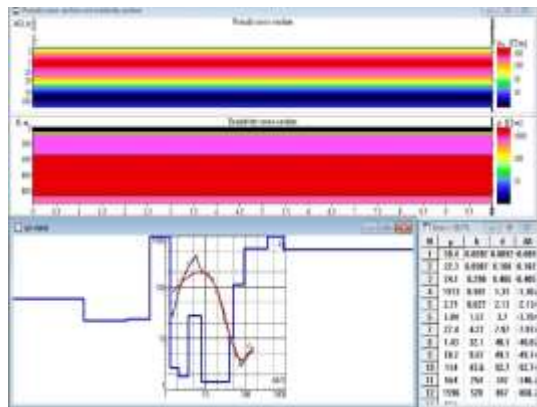
Dari gambar diatas terlihat bahwa nilai *error* yang ada masih cukup besar menggunakan metode inversi pada *software IPIIWin* nilai *error* tersebut bisa dikecilkan, sehingga resistivitas semua tersebut dapat diketahui resistivitas sebenarnya.



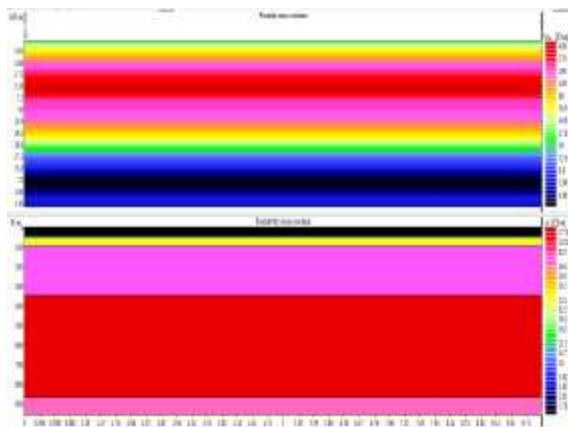
Gambar 9. Grafik hasil pengolahan

Menggunakan *Software IPI2Win* kita bisa melihat lapisan resistivitas pada data lapangan dengan *Window information* pada *coordinate table* kolom N dan jumlah titik yang digabungkan dan pilih *array tipe* dari dua data yang digabungkan tersebut, pilih *schlumberger* karena sesuai dengan konfigurasi elektroda dari awal yang dimasukkan, kemudian klik OK. Akan muncul tabel dan lapisan warna-warni seperti pada gambar dibawah ini yang merupakan distribusi nilai resistivitas secara vertikal dari dua VES yang telah di interpolasi, lapisan warna-warni tersebut adalah *pseudo cross section* dari titik

pertama dan kedua.



Gambar 10. Proses pengolahan data



Gambar 11. Lapisan resistivitas

Setelah data diolah menggunakan *Software IPI2Win* hasil dapat dilihat dari gambar di atas, kurva *matching* pada Gambar 6 dan Gambar 7 hampir berhimpit dengan eror sebesar 38,7% yang menunjukkan bahwa data ini tidak cukup akurat karena besar eror dari data ini diatas 20%, seperti yang kita ketahui bahwa data yang memiliki eror dibawah 20% akan lebih akurat daripada yang memiliki eror diatas 20%. Pada penampang menunjukan bahwa lapisan pertama memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 0,0092 m, ketebalan lapisan 0,0092 m dengan nilai resistivitas sebesar 59,4 Ω m, pada lapisan kedua memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 0,108 m, ketebalan lapisan 0,0987 m dengan nilai resistivitas sebesar 22,3 Ω m, pada lapisan ketiga memiliki

kedalaman dari permukaan tanah sebesar 0,406 m, ketebalan lapisan 0,298 m dengan nilai resistivitas sebesar 24,1 Ω m, pada lapisan keempat memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 1,31 m, ketebalan lapisan 0,901 m dengan nilai resistivitas sebesar 1.913 Ω m, pada lapisan kelima memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 2,13 m, ketebalan lapisan 0,827 m dengan nilai resistivitas sebesar 2,71 Ω m.

Material	Resistivitas (Ω m)
Udara (Air)	~
Pirit (Pyrite)	0.01-100
Kwarsa (Quartz)	500-800000
Kalsit (Calcite)	$1 \times 10^{12} - 1 \times 10^{13}$
Garam Batu (Rock salt)	$30 - 1 \times 10^{13}$
Granit (Granite)	200-10000
Andesit (Andesite)	$1.7 \times 10^2 - 45 \times 10^4$
Basal (Basalt)	200-10.0000
Gamping (Limestone)	500-10000
Batu pasir (Sandstone)	200-8000
Batu tulis (Shales)	20-2000
Pasir (Sand)	1-1000
Lempung (Clay)	1-100
Air tanah (Ground water)	0.5-300
Air asin (Sea water)	0.2
Magnetit (Magnetite)	0.01-1000
Kerikil kering (Dry gravel)	600-10000
Aluvium (Alluvium)	10-800
Kerikil (Gravel)	100-600

Gambar 12. Nilai Resistivitas Batuan

Pada lapisan keenam diketahui memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 3,7 m, ketebalan lapisan 1,57 m dengan nilai resistivitas sebesar 1,84 Ω m, pada lapisan ketujuh memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 7,97 m, ketebalan lapisan 4,27 m dengan nilai resistivitas sebesar 27,4 Ω m, pada lapisan kedelapan memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 40,1 m, ketebalan lapisan 32,1 m dengan nilai resistivitas sebesar 1,43 Ω m, pada lapisan kesembilan memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 49,1 m, ketebalan lapisan 9,07 m

dengan nilai resistivitas sebesar 10,2 Ω m, pada lapisan kesepuluh memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 92,7 m, ketebalan lapisan 43,6 m dengan nilai resistivitas sebesar 144 Ω m, pada lapisan kesebelas memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 347 m, ketebalan lapisan 254 m dengan nilai resistivitas sebesar 564 Ω m, dan pada lapisan keduabelas memiliki kedalaman dari permukaan tanah sebesar 867 m, ketebalan lapisan 520 m dengan nilai resistivitas sebesar 1.596 Ω m.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Penampang ini di

peroleh rentang nilai resistivity 1,43-1.913 Ω m. Berdasarkan tabel nilai resistivitas, diperkirakan material nya bisa saja pirit (Pyrite) dengan nilai resistivity 0,01-100, batu tulis (Shale) dengan nilai resistivity 20-2000, pasir (Sand) dengan nilai resistivity 1-1000, lempung (Clay) dengan nilai resistivity 1-100, air tanah (ground water) dengan nilai resistivity 0,5-300, Aluvium dengan nilai resistivity 10- 800, dan Kerikil (Gravel) dengan nilai resistivity 100-600.

Dari semua kemungkinan material yang terdeteksi pada daerah 4 ini, hasil data nya masih kurang akurat karena tidak stabilnya nilai resistivity yang ada dan juga dipengaruhi oleh eror data yang sangat besar yaitu 38,7%. Hal ini lah yang membuat kita tidak bisa dengan jelas mengetahui material apa saja yang ada di daerah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. . E. Riad Syech, Juandi,M, "MENENTUKAN LAPISAN AKUIFER DAS (DAERAH ALIRAN SUNGAI) SIAK DENGAN MEMBANDINGKAN HASIL UKUR METODE GEOLISTRIK RESISTIVITAS KONFIGURASI WENNER DAN KONFIGURASI SCHLUMBERGER," pp. 601–611, 2019.
- [2] Supriyanto, "Analisis Data Geofisika: Memahami Teori Inversi," *Univ. Indones.*, 2007.
- [3] N. Dzakiya, "Pengantar Geofisika Eksplorasi," pp. 1–20, 2021.
- [4] E. Yuliana, F. Y. Tryono, and E. Minarto, "Aplikasi Metode Geolistrik Tahanan Jenis Untuk Identifikasi Zona Bidang Gelincir Tanah Longsor Studi Kasus Desa Nglajo Kec. Cepu Kab. Blora," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.12962/j23373520.v6i2.26083.
- [5] A. . Prakusya and R. S. . Wasposito, "Eksplorasi Air Tanah dengan Metode Tahanan Jenis Menggunakan," vol. 04, no. 02, pp. 102–114, 2019.
- [6] T. N. Fitrianto, S. Supriyadi, and T. M. Mukromin, "Pencitraan 3D Data Geolistrik Resistivitas dengan Rockworks Berdasarkan Hasil Inversi Res2DInv untuk Mengetahui Persebaran Batuan Konglomerat di Desa Surodadi, Kecamatan Gringsing, Kabupaten Batang," *Indones. J. Appl. Phys.*, vol. 7, no. 2, p. 111, 2017, doi: 10.13057/ijap.v7i2.13952.
- [7] F. K. Ayu, "Pemanfaatan Metode Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger Untuk Application of Resistivity Method Wenner-Schlumberger Array To Evaluate Brantas River Embankment As Avoiding," 2016.
- [8] N. Dengen, "Pengolahan Data Geolistrik Pada Ekplorasi Sumber Air Tanah Di Kecamatan Kongbeng Kabupaten Kutai Timur

- Dengan Perangkat Lunak Res2Dinv,” *J. Inform. Mulawarman*, vol. 7, no. 1, pp. 27–34, 2012.
- [9] Y. Afrizal *et al.*, “ANALISIS KEKUATAN BETON PASCA BAKAR DENGAN METODE NUMERIK,” *Teknosia*, vol. 1, no. 13, pp. 21–28.
- [10] SK SNI 15-1991-03, “Tata Cara Perhitungai Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung,” *Sk Sni T15-1991-03*, p. 520, 1991.