

INTERPRETASI BAWAH PERMUKAAN DENGAN METODE *SELF POTENTIAL* DAERAH BLEDUG KUWU KRADENAN GROBOGAN

Rina Dwi Indriana, M. Irham Nurwidyanto, Kurnia W. Haryono
Laboratorium Geofisika, Jurusan Fisika, Universitas Diponegoro

ABSTRACT

The geophysics research to observe the subsurface anomaly in Bledug Kuwu had been done. It was used to analyze and interpret the potential data. The purpose of this research was to interpret the object of subsurface anomaly. The research was used self potential method with base point electrode configuration. Data processed used Surfer 8 software, which result was an isopotential contour map. The modeling processed used curve matching for a spherical model. By using Bhattacharya theory, the depth and polarization angle was founded as the parameter of a spherical model. The research's result of the depth of anomaly origin is 19,5 m, 23,68m, and 40,8 m. The polarization angle is 70°, 70,38° and 100°.

Keywords: Bledug Kuwu, self potential, spherical model

INTISARI

Telah dilakukan penelitian geofisika untuk mengamati anomali bawah permukaan di Bledug Kuwu. Penelitian ini digunakan untuk menganalisa dan menginterpretasi data potensial. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menginterpretasikan objek anomali bawah permukaan. Penelitian ini menggunakan metode potensial diri dengan konfigurasi elektroda titik tetap. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan software Surfer 8, yang kemudian dihasilkan peta kontur isopotensial. Proses pemodelan menggunakan pencocokan kurva untuk model bola. Dengan menggunakan teori Bhattacharya, kedalaman dan sudut polarisasi dapat diperoleh sebagai parameter untuk model bola. Pada penelitian ini diperoleh hasil kedalaman dari pusat bola adalah 19,5 m, 23,68 m, serta 40,8 m dan sudut polarisasi 70°, 71,38° serta 100°.

Kata kunci : Bledug Kuwu, potensial diri, model bola

PENDAHULUAN

Bledug Kuwu adalah sebuah fenomena gunung api lumpur (*mud volcano*) yang terletak di Desa Kuwu, Kecamatan Kradenan, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah [1], dapat ditempuh kurang lebih 28 km ke arah timur dari Purwodadi. Bledug Kuwu merupakan salah satu objek wisata andalan di daerah ini. Objek wisata yang menyajikan keajaiban alam ini luasnya \pm 45 hektar. Kawasan wisata yang secara geografis terletak di dataran rendah bersuhu 28-36 °C ini menyajikan letupan gelembung lumpur raksasa yang mengeluarkan percikan air dan garam. Letupan-letupan tersebut terjadi setiap saat dan berpindah-pindah tempat dengan

diikuti asap putih. Dari situs [2] dikemukakan bahwa di sekitar Kuwu dijumpai beberapa indikasi laut purba, yaitu: air asin, uap, gas, minyak dan ke arah barat muncul api Mrapen. Fenomena laut purba ini sangat potensial sebagai sumber timbunan milyaran plankton atau organisme laut yang telah mati. Akumulasi plankton ini juga sumber minyak bumi (*crude oil*) yang menyambung hingga ke Blok Cepu (ke arah timur) dan ke arah barat menyambung hingga kawasan Boja (Jawa Tengah) dan ke arah Cirebon. Pendugaan keadaan bawah permukaan bumi dengan menggunakan metode resistivitas merupakan salah satu metode geofisika yang sering diterapkan. Metode ini dipakai berdasarkan kontras resistivitas

batuan bawah permukaan. Pendeteksian di atas permukaan meliputi pengukuran medan potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi baik secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus ke dalam bumi. Metode resistivitas dapat dimanfaatkan untuk studi masalah lingkungan, yaitu untuk mendeteksi kontras resistivitas medium yang umumnya diasosiasikan sebagai fluida konduktif. Pada penelitian ini dibahas tentang distribusi nilai resistivitas daerah Kuwu dengan memperbaharui data penelitian sebelumnya yaitu akuisisi dilakukan pada area Bledug Kuwu. Dengan distribusi resistivitas ini diharapkan mampu menggambarkan litologi perlapisan bawah permukaan cekungan daerah sedimentasi Kuwu. Salah satu teknik yang sering digunakan untuk membantu menganalisis dan menginterpretasikan kondisi geologi bawah permukaan adalah menggunakan metode potensial diri. Hasil pengukuran beda potensial untuk setiap jarak elektroda *porous pot* adalah variasi nilai potensial di daerah penelitian. Dalam penelitian ini dipelajari bagaimana metode SP dapat dipergunakan untuk memperkirakan kedalaman (h) sumber anomali potensial diri di bawah permukaan. Dengan mengasumsikan bentuk sumber anomali potensial diri adalah bola, pendekatan dapat dilakukan dengan menggunakan metode pencocokan kurva [3], sehingga nilai kedalaman dari permukaan ke pusat bola dan sudut polarisasinya dapat diketahui.

Intepretasi yang dilakukan ditekankan pada intepretasi kualitatif yaitu untuk mengetahui persebaran nilai potensial diri. Walaupun sumber diasumsikan berbentuk bola, penelitian ini tidak untuk mendapatkan nilai jari – jari sumber potensial diri yang berbentuk bola. Interpretasi persebaran nilai potensial diri dipergunakan untuk mendapatkan nilai kedalaman sumber dari permukaan ke pusat sumber potensial diri. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui

distribusi nilai potensial diri, nilai kedalaman, dan sudut polarisasi sumber potensial diri (anomali) di Bledug Kuwu berdasarkan persebaran nilai isopotensialnya.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk menambah informasi geologi yang dibutuhkan di Bledug Kuwu diantaranya untuk memprediksi struktur bawah permukaan di daerah Kuwu dan sekitarnya yang berhubungan dengan indikasi adanya laut purba.

DASAR TEORI

Metode potensial diri (SP) merupakan salah satu metode geofisika yang prinsip kerjanya adalah mengukur tegangan statis alam (*static natural voltage*) yang berada di kelompok titik-titik di permukaan tanah[4].

Potensial diri umumnya berhubungan dengan perlapisan tubuh mineral sulfida (*weathering of sulphide mineral body*), perubahan dalam sifat-sifat batuan (kandungan mineral) pada daerah kontak - kontak geologi, aktifitas bioelektrik dari material organik, korosi, perbedaan suhu dan tekanan dalam fluida di bawah permukaan dan fenomena-fenomena alam lainnya [5].

Potensial Diri Alam

Aktivitas elektrokimia dan mekanik adalah penyebab dari Potensial Diri (SP) di permukaan bumi. Faktor pengontrol dari semua kejadian ini adalah air tanah. Potensial ini juga berhubungan erat dengan pelapukan yang terjadi pada tubuh mineral, variasi sifat batuan (kandungan mineral), aktivitas biolistrik dari bahan organik, karatan (proses korosi), gradien tekanan, panas dalam permukaan cairan, serta fenomena lain dari alam yang proses kejadiannya mirip.

Prinsip mekanisme yang menghasilkan potensial diri ini adalah proses mekanik serta proses elektrokimia. Pertama adalah proses mekanik yang menghasilkan potensial elektrokinetik atau

disebut dengan *streaming potential*. Sedang yang lainnya adalah proses elektrokimia, proses ini menghasilkan potensial *liquid junction*, potensial serpih dan potensial mineralisasi [5].

Potensial elektrokinetik

Potensial elektrokinetik (*electrofiltration* atau *streaming* atau *electromechanical potential*) yang bernilai kurang dari 10 mV dibentuk sebagai akibat adanya sebuah elektrolit yang mengalir melalui medium yang berpori atau kapiler. Besarnya resultan beda potensial antara ujung gayanya adalah:

$$E_k = \frac{\varepsilon \xi \delta P \rho}{4\pi \eta} \quad (1)$$

dengan ε adalah konstanta dielektrik dari elektrolit (farad/m), ρ resistivitas dari elektrolit (Ωm), η viskositas dinamik dari elektrolit (Ns/m^2), δP perbedaan tekanan (Nm^2), dan ξ potensial zeta (potensial yang muncul pada lapisan padat dan cair) (volt).

Potensial difusi

Jika konsentrasi elektrolit dalam tanah bervariasi secara lokal, maka perbedaan potensial akan muncul sebagai akibat perbedaan mobilitas anion dan kation dalam larutan yang konsentrasinya berbeda. Potensial ini disebut potensial difusi (*liquid junction* atau *diffusion potential*) [5].

Besarnya potensial ini adalah:

$$E_d = \frac{RT(I_a - I_c)}{nF(I_a + I_c)} \ln(c_1/c_2) \quad (2)$$

dengan I_a dan I_c adalah mobilitas anion (+ve) dan kation (-ve), R konstanta gas ($8,314 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1}$), T temperatur absolut (K), n ion valensi, F konstanta faraday (96487 Cmol^{-1}), c_1 dan c_2 konsentrasi larutan (mol).

Potensial *nerst*

Potensial *nerst* (*shale*) terjadi ketika muncul perbedaan potensial antara 2 logam identik yang dicelupkan dalam larutan yang homogen dan konsentrasi larutan masing-masing elektroda berbeda. Besarnya potensial ini diberikan oleh

persamaan potensial difusi dengan syarat bahwa $I_a = I_c$ [5].

$$E_s = \frac{RT}{nF} \ln(c_1/c_2) \quad (3)$$

Kombinasi antara potensial difusi dan potensial *nerst* disebut potensial elektrokimia atau diri atau potensial statik [5].

Potensial mineralisasi

Bila 2 macam logam dimasukkan dalam suatu larutan homogen, maka pada logam tersebut akan timbul beda potensial. Beda potensial ini disebut sebagai potensial kontak elektrolit. Pada daerah yang banyak mengandung mineral, potensial kontak elektrolit dan potensial elektrokimia sering timbul dan dapat diukur dipermukaan dimana mineral itu berada, sehingga dalam hal ini kedua proses timbulnya potensial ini disebut juga dengan potensial mineralisasi. Potensial mineralisasi bernilai kurang dari 100 mV [5]. Elektron ditransfer melalui tubuh mineral dari agen pereduksi di bawah muka air tanah menuju agen pengoksidasi di atas muka air tanah (dekat permukaan). Tubuh mineral sendiri tidak berperan secara langsung dalam reaksi elektrokimia, tetapi bertindak sebagai konduktor untuk mentransfer elektron [6].

Jadi prinsip dasarnya adalah potensial mineralisasi timbul jika kondisi lingkungan didukung oleh adanya proses elektrokimia sehingga dapat menimbulkan potensial elektrokimia di bawah permukaan tanah. Pada sedimen air laut mempunyai potensial diri antara -100 mV sampai dengan -200 mV.

Mekanisme Potensial Diri Pada daerah Mineralisasi

Prinsip dasar dari metode potensial diri adalah pengukuran tegangan statis alam (*Static Natural Voltage*) pada permukaan tanah. Orang yang pertama kali menggunakan metode ini adalah untuk menentukan daerah yang mengandung mineral logam. Setelah keberhasilan metode ini kemudian banyak orang untuk mencari mineral-mineral logam yang

berhubungan dengan mineral-mineral sulfida, grafit, magnetit. Berawal dari inilah maka banyak pakar geofisika berusaha untuk mengungkap mekanisme dari fenomena potensial mineralisasi.

Mekanisme dari polarisasi spontan pada daerah mineral belum seluruhnya dimengerti, meskipun ada berbagai teori dikembangkan untuk mengungkapkannya. *Sato* dan *Mooney* [6] mengusulkan alasan lain dan teori yang lengkap dari potensial mineralisasi, yang antara lain mengatakan bahwa pada tubuh mineral terjadi reaksi setengah sel elektrokimia dimana anoda berada di bawah air tanah. Pada anoda terjadi reaksi oksidasi, maka anoda merupakan sumber arus sulfida yang berada di bawah permukaan tanah, sulfida mengalami oksidasi dan reduksi yang diakibatkan oleh H₂O dan O₂ di dalam tanah. *Sato* dan *Mooney* menggambarkan aliran-aliran ion dan elektron mengalir di sekitar sulfida dan di dalam sulfida. Jika suatu sulfida, misalnya pirit (FeS₂) di dalam tanah, maka akan timbul reaksi sebagai berikut:

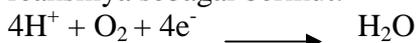
Untuk sulfida yang tertanam di dalam air tanah berlaku:



Oleh karena jumlah H₂O di sini berlebih, maka Fe(OH)₂ yang terbentuk masih bereaksi lagi menjadi:

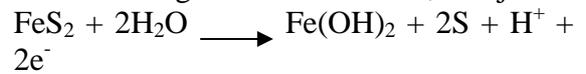


Jika reaksi-reaksi ini berlangsung terus, maka di sekitar sulfida akan banyak mengandung ion-ion H⁺, hal ini mengakibatkan terjadinya aliran ion negatif ke arah bawah (tertarikannya ion-ion OH⁻ dari atas air tanah oleh H⁺ membentuk H₂O). Jika jumlah ion-ion H⁺ yang terjadi banyak, maka akan mencapai daerah di atas air tanah, dan ditarik oleh O₂ untuk membentuk H₂O dengan persamaan reaksinya sebagai berikut:



Pada umumnya e⁻ diambil dari dalam tubuh sulfida (FeS₂). Hal ini mengakibatkan adanya aliran ion-ion positif dari atas ke bawah (di luar tubuh

sulfida) dan aliran elektron dari bawah ke atas (di dalam tubuh sulfida). Untuk H₂O yang terjadi di daerah atas air tanah akan bereaksi dengan sulfida tersebut, menjadi:



Karena jumlah H₂O nya di daerah ini tidak berlebihan, maka tidak akan terjadi Fe(OH)₃, sehingga Fe(OH)₂ yang terjadi akan terurai menjadi:



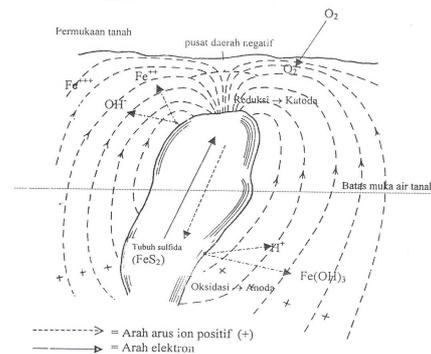
Jika jumlah Fe⁺⁺ yang terjadi banyak, maka akan dapat mencapai daerah di bawah permukaan air tanah, dan bereaksi dengan H₂O menjadi:



Dengan adanya reaksi ini akan mempercepat bertambahnya jumlah ion-ion H⁺ di daerah tersebut. Jika jumlah Fe⁺⁺ itu tidak banyak, maka akan berubah menjadi:



Teori *Sato* dan *Mooney* mengasumsikan bahwa daerah sulfida seharusnya merupakan penghantar yang baik untuk dapat membawa elektron dari suatu kedalaman ke daerah dekat permukaan tanah [6]. Gambar 1 menunjukkan mekanisme polarisasi pada mineral.



Gambar 1. mekanisme polarisasi pada mineral [6].

Komponen Data Potensial Diri

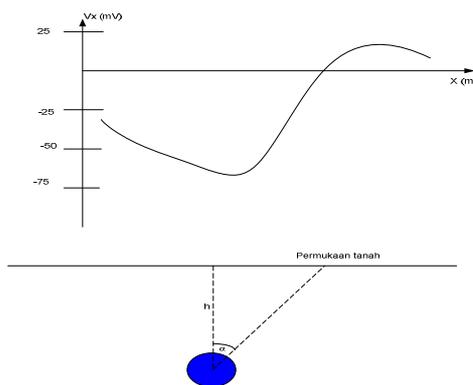
Data potensial diri yang diperoleh dari lapangan merupakan gabungan dari tiga komponen data dengan panjang gelombang yang berbeda, yaitu potensial diri *noise* (SPN), Efek topografi (*Topographic Effect* (TE)), dan SP sisa

atau residu (*residual SP (SPR)*). *SP noise* dicirikan dengan panjang gelombang yang pendek dan gradiennya yang curam. Karena SPN hanya disebabkan oleh sumber yang ada di permukaan. Penyebab SPN antara lain: potensial aliran skala kecil, potensial aliran difusi serta aktivitas akar tumbuh-tumbuhan. Amplitudo SPN sangat tergantung pada vegetasi maka nilai amplitudonya menjadi tinggi di hutan yang lebat, nilainya berkurang di hutan biasa dan amplitudonya rendah pada tanah terbuka.

Hasil pengukuran SP ke arah naik (*up hill*) menunjukkan harga potensial yang semakin positif. Sedangkan pada keadaan lainnya untuk pengukuran ke arah turun (*down hill*) berkurang. Keadaan di atas dinamakan efek topografi. Penyebab TE adalah adanya medan aliran potensial oleh karena aliran air dari tempat yang tinggi. SP sisa dicirikan oleh panjang gelombang yang relatif panjang dan gradiennya relatif landai. Komponen inilah yang mempunyai hubungan dengan litologi bawah tanah [6].

Dasar Penafsiran Anomali SP

Dalam perumusan anomali *self potensial* yang disebabkan oleh mineral di bawah permukaan bumi, model penyebab anomali dapat didekati dengan model bola (gambar 2).



Gambar 2. Parameter-parameter mineral untuk bola dua dimensi dan anomali self potensial yang dimilikinya [7].

Bola mineral yang tertanam dalam tanah dianggap sebagai suatu mineral yang

merupakan sumber anomali potensial diri yang terletak pada kedalaman h serta memiliki sudut polarisasi α . Untuk setiap titik-titik di permukaan tanah (hasil penampang melintang pada peta kontur tegangan sama), besar potensial di titik-titik tersebut yang berada disekitar bola terpolarisasi dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut [3]:

$$V_{(x)} = M \frac{x \cos \alpha + h \sin \alpha}{(x^2 + h^2)^{3/2}} \quad (4)$$

dengan $V_{(x)}$ merupakan potensial yang terukur di titik x (volt), M merupakan momen dipole listrik (volt), x titik-titik pada potongan melintang pada peta kontur, α sudut polarisasi ($^{\circ}$), dan h kedalaman titik pusat bola dari permukaan tanah (m).

Geologi Daerah Kuwu dan Sekitarnya

Keadaan geologi regional menunjukkan bahwa mulai dari Semarang ke arah timur hingga daerah Kuwu merupakan endapan *alluvial* yang termasuk zona Randublatung. Daerah ini mempunyai kenampakan morfologi datar. Di bagian utara terdapat perbukitan bergelombang lemah dan sedang. Sedangkan di bagian selatan dibatasi oleh bagian darat formasi Kendeng [1]. Di sebelah timur terdapat jalur patahan yang berarah barat-timur, yang merupakan patahan normal. Di sebelah selatan terdapat jalur patahan yang berarah barat-timur yang merupakan patahan naik, tegak lurus patahan tersebut terdapat patahan normal.

Kondisi geologinya dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian yaitu:

1 Topografi Grobogan

Kondisi topografi daerah Grobogan dan sekitarnya terdiri dari [2]:

1. Daerah dataran, berada pada ketinggian sampai dengan 50 mdpl, dengan kelerengan 0 - 8%
2. Daerah perbukitan, berada pada ketinggian antara 50 -100 mdpl, dengan kelerengan 8 - 15%

3. Daerah dataran tinggi, berada pada ketinggian antara 100 - 500 mdpl, dengan kelerengan >15%

2 Litologi dan Jenis Tanah Grobogan

Kondisi litologi dan jenis tanah daerah Grobogan dan sekitarnya terdiri dari [2]:

1. Alluvial dengan bahan induknya endapan liat dan pasir.
2. Asosiasi Litosol, Mediteran kuning dan Rensina dengan bahan induknya batu kapur dan napal lunak.
3. Komplek Regosol kelabu dan Grumosol kelabu tua dengan bahan induknya batu kapur dan napal.
4. Grumosol dengan bahan induk endapan liat.
5. Grumosol dengan bahan induk batu kapur dan napal.
6. Asosiasi Grumosol tua coklat dengan bahan induk napal lunak.
7. Asosiasi Mediteran merah kekuningan dan Mediteran coklat kekuningan dengan bahan induk batu liat lunak.
8. Komplek Mediteran coklat kemerahan dan Litosol dengan bahan induk batu kapur dan napal.

3 Stratigrafi

Urutan stratigrafi dan macam litologi secara regional dari tua ke muda adalah sebagai berikut [8]:

1. Batuan dasar yang berumur Pretercier yang ditembus oleh beberapa sumur eksplorasi menunjukkan susunan batuan ubahan yaitu kwarsit, *slate*, *phyllit*.
2. Formasi Ngimbang (Eosen-Oligosen Bawah). Formasi ini terletak tidak selaras di atas batuan dasar. Bagian bawah dari formasi ini terdiri dari batuan sedimen klastik kasar mengandung *lignit* dengan sisipan serpih. Ke arah muda merupakan perlapisan antara batu gamping mengandung dolomit dan sisipan halus serpih.

3. Formasi Kujung (Oligosen atas – Miosen bawah). Formasi bagian bawah disebut anggota Kranji, terdiri dari napal dan serpih, kadang-kadang dijumpai sisipan batu gamping dolomitan dan pasir halus. Bagian atas disebut anggota Prupuh, merupakan batu gamping terumbu, dolomitan kadang-kadang dijumpai mineral pirit.
4. Formasi Tuban (Miosen bawah – Miosen tengah). Formasi ini dapat dibagi menjadi dua anggota yaitu anggota Tawun yang tersusun dari serpih, kadang-kadang mengandung mineral pirit dan gipsum, dengan sisipan batu gamping dengan kandungan fosil orbitoid dan anggota Pasir Ngrayong.
5. Formasi Kawengan (Miosen tengah – Pliosen). Formasi Kawengan ke arah lateral mengalami perubahan *facies* menjadi formasi Karren, yang tersusun oleh batu gamping keras, secara lokal berupa batu gamping terumbu. Di daerah Tuban dan Purwodadi, formasi Karren tidak selaras di atas formasi Kujung. Formasi Kawengan yang banyak mengandung mineral glukonit dapat dibagi menjadi empat anggota yaitu: anggota Platen Kompleks, anggota Wonocolo, anggota Ledok dan anggota Mundu. Anggota Platen Kompleks merupakan perlapisan antara batu gamping pasiran dan batu pasir gampingan. Anggota Wonocolo tersusun dari napal yang berlapis dengan batu gamping pasiran dan batu pasir gampingan. Anggota Ledok merupakan perlapisan antara batu pasir gampingan dan batu gamping pasiran dengan sisipan napal. Anggota Mundu pada umumnya tersusun oleh napal.

6. Formasi Lidah (Pleistosen) terdiri dari lempung, pasir glaukonitan dan batu gamping pasiran. Secara lokal formasi Lidah berhubungan secara tak selaras di atas formasi Kawengan.

Mud Vulcano (Gunung Api Lumpur)

Mud vulcano terbentuk karena *natural gas* yang naik ke permukaan ketika menemukan *konduit* (sesar mendatar yang tegak) dan membawa lumpur (*mud*) yang punya densitas lebih ringan dari sedimen di sekitarnya. Lumpur, gas, batuan, belerang dan garam (di wilayah kering) serta air akan diletuskan di permukaan membentuk kerucut seperti gunung. Proses sedimentasinya dalam skala yang lebih kecil tetapi dalam gerakan yang lebih cepat, jadi dipicu oleh adanya paket sedimen berdensitas rendah dikelilingi paket sedimen berdensitas lebih tinggi. Gerakan tektonik berpengaruh, juga pada sedimen yang diendapkan. Wilayah sesar mendatar aktif merupakan lahan subur *mud vulcano*. Komposisi dari *mud* terdiri dari berbagai fase: padat, plastis, cair, dan gas membawa semua bahan-bahan batu-batu, lumpur, belerang, garam, dan gas dari dalam membentuk kolom vertikal. Banyak kondisi geologi atau geofisika semacam Bledug Kuwu di Purwodadi, di antaranya adalah di wilayah Yordan. Tetapi bedanya dengan Bledug Kuwu di Purwodadi adalah di Yordan keluaran dari kondisi geologi tersebut adalah gas metana, sedangkan di Purwodadi adalah material lumpur. *Mud vulcano* bisa terbentuk di bawah laut (*sea bed*). Hanya skalanya sampai ke permukaan atau tidak, akan ditentukan oleh volume bahan rombakan *subsurface* yang di bawanya naik [2].

METODE PENELITIAN

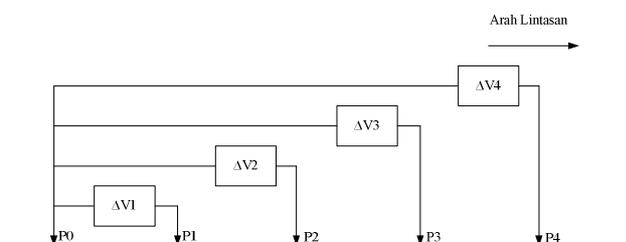
Kalibrasi alat

Sebelum melakukan pengukuran potensial diri, perlu dilakukan kalibrasi alat. Tujuan dari pengkalibrasian alat adalah untuk memperoleh data lapangan yang baik. Kalibrasi elektroda non

polarisasi adalah dengan cara menanam kedua elektroda tersebut ke tanah dengan jarak yang dekat (sekitar 10 cm). Pada keadaan tersebut, diukur beda potensialnya dengan penunjukan harus lebih kecil atau sama dengan 2 millivolt. Bila penunjukan ternyata lebih besar dari 2 millivolt, maka kemungkinannya dikarenakan *porous pot* tidak bersih atau dapat juga karena adanya larutan yang bocor. Oleh karena itu kedua elektroda (*porous pot*) harus dibersihkan lebih dahulu dengan sikat nilon, kemudian diisi kembali dengan larutan Cu SO_4 dengan konsentrasi sama dikedua elektroda.

Pengambilan data

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mempergunakan *digital voltmeter*. Konfigurasi elektroda yang dipergunakan adalah konfigurasi elektroda tetap yaitu dengan menjaga satu elektroda tetap di stasiun base atau titik referensi, sedangkan elektroda lainnya bergerak dari satu titik ukur ke titik ukur lainnya (gambar 3). Pengukuran potensial diri di lapangan meliputi 105 titik yang tersebar pada 10 lintasan. Lokasi survey disekitar Bledug dimulai dari sebelah Selatan sampai sebelah Utara Bledug.



Gambar 3: Metode pengambilan data self potensial elektrode tetap.

Pengolahan data

Data yang diperoleh dilapangan adalah nilai potensial antara 2 elektroda yang terbaca pada *digital voltmeter*. Data potensial diri yang diperoleh di lapangan belumlah menunjukkan potensial di tempat itu, karena ada perbedaan harga di satu titik bila diukur secara berulang-ulang pada waktu yang berlainan. Data yang diperoleh dilapangan perlu dikoreksi

variasi harian, koreksi topografi dan koreksi gangguan (*noise*). Data yang didapatkan dari pengukuran dirata-rata dan dikoreksi terhadap pembacaan awal. Dengan menganggap bahwa lintasan daerah pengukuran datar maka koreksi terhadap komponen topografi tidak dilakukan. Karena komponen potensial diri yang disebabkan oleh adanya mineral atau geotermal adalah komponen SPR, maka komponen lainnya harus dipisahkan. Cara pemisahan komponen SPR dari efek-efek lokal atau *noise* (SPN) dilakukan dengan cara *smoothing data* (penghalusan data). Penghalusan data untuk tiap lintasan dilakukan dengan menggunakan *software excel*. Hasil dari penghalusan data tersebut merupakan komponen SPR atau data potensial diri terkoreksi.

Interpretasi

Data potensial diri yang telah terkoreksi dapat diinterpretasikan secara kualitatif dan kuantitatif. Interpretasi kualitatif dilakukan dengan mempergunakan *software surfer 8*. Hasil keluaran *software surfer 8* berupa peta kontur isopotensial.

Interpretasi kuantitatif dilakukan pada 3 penampang lintang yang dipilih. Dengan bantuan *curve matching* [5] dapat diperoleh nilai kedalaman dari permukaan ke pusat bola benda sumber anomali dan sudut polarisasi dari sumber anomali SP dari tiap penampang yang dipilih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran potensial diri di lokasi penelitian diperoleh data seperti pada lampiran A. Data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan program *surfer 8* dan diperoleh peta kontur isopotensial yang menunjukkan pola persebaran nilai potensial diri.

Dari peta kontur isopotensial (gambar 4) dapat diinterpretasi beberapa anomali yang terdapat di sebelah barat dan timur yaitu di lokasi 2 Bledug besar dan sebelah tenggara Bledug besar 2. Nilai isopotensial berada pada nilai -320 mV

sampai 20 mV. Pada daerah anomali yaitu pada daerah letupan besar nilai potensialnya -140 mV sampai dengan -160 mV. Di antara 2 Bledug nilai potensialnya paling tinggi yaitu 0 mV. Dari kontur dapat dianalisis bahwa nilai potensial makin kecil ke arah Bledug. Nilai potensial yang sangat kecil mengindikasikan daerah Bledug adalah daerah yang konduktif.

Interpretasi secara kuantitatif digunakan untuk menentukan parameter dari benda penyebab anomali sehingga didapatkan kedalaman serta sudut polarisasi. Untuk mendapatkan kedalaman serta sudut polarisasinya terlebih dahulu harus dibuat tampang melintang pada daerah yang diperkirakan terdapat anomali yaitu di daerah tempat terjadinya letupan besar (gambar 5). Pada daerah letupan besar nilai potensial yang sangat negatif, sehingga diperkirakan terdapat sumber anomali di bawah permukaannya. Untuk mengetahui kedalaman anomali dari sumber maka dari tampang melintang yang diambil dari Bledug besar pertama (gambar 5), dan Bledug besar kedua (gambar 7), serta di sebelah tenggara Bledug besar kedua (gambar 9) selanjutnya dibuat sebuah profil yang diproyeksikan ke koordinat kartesian.

Dari profil penampang Bledug 1 (gambar 6) dapat diamati profil yang tajam dan tidak lebar. Perhitungan nilai parameter-parameter benda penyebab anomali yaitu kedalaman pusat sumber anomali dan sudut polarisasinya dilakukan dengan menggunakan nomogram (*matching curve*) [9]. Tampilan profil yang tajam mengindikasikan adanya sumber yang dalam. Dengan mengasumsikan bentuk benda sumber anomali adalah bola diperoleh nilai kedalaman dari permukaan ke pusat bola 23,68 m dan sudut polarisasi $71,38^{\circ}$.

Bledug ke dua ini letupan yang dihasilkan lebih jarang tetapi letupan yang terjadi lebih besar. Untuk mengetahui kedalaman anomali dari sumber maka dari tampang melintang yang diambil dari

Bledug kedua selanjutnya dibuat sebuah profil yang diproyeksikan ke koordinat kartesian (gambar 8). Setelah dilakukan perhitungan, sumber anomali menyebar dengan kedalaman 40,8 meter, dan sudut polarisasi 70° . Untuk Bledug 3 yang terletak di sebelah tenggara Bledug 2 setelah dilakukan perhitungan (gambar 10), sumber anomali menyebar dengan kedalaman 19,5 meter, dan sudut polarisasi 100° .

Proses terjadinya letupan dikarenakan adanya tekanan dari bawah yang mampu mendorong naik batuan yang dilaluinya. Anomali daerah Bledug Kuwu berasal dari batuan yang mengalami patahan, yang memanjang dari arah Barat Daya menuju timur laut. Patahan yang terjadi akan mengakibatkan keluarnya aliran gas ke permukaan bumi melalui batuan yang mudah dilaluinya. Batuan yang terlewati harus mudah dilalui sumber tekanan. Pada prinsipnya material dari dalam bumi akan keluar ke permukaan karena di bawah permukaan bumi suhu dan tekanannya besar. Bila batuan dasarnya sangat keras maka material dengan tekanan besar ini seperti terperangkap dan tidak bisa keluar. Material dari dalam bumi ini dapat keluar jika terdapat rekahan, patahan, ataupun karena adanya aktifitas eksplorasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penyebaran distribusi nilai potensial paling kecil berada di sekitar dua Bledug besar. Dan di sebelah Timur Bledug besar 2 di daerah dekat tambak. Berdasarkan persebaran nilai potensial tersebut didapatkan kedalaman serta sudut polarisasi dari sumber benda. Nilai kedalaman serta sudut polarisasi dari 3 tempat tersebut adalah:

1. Untuk daerah Bledug besar 1 didapatkan kedalaman 23,68 meter dengan sudut polarisasi $71,38^{\circ}$

2. Untuk daerah Bledug besar 2 didapatkan kedalaman 40,80 meter dengan sudut polarisasi 70°
3. Untuk daerah sebelah Timur (Tenggara) Bledug besar 2 didapatkan kedalaman 19,50 meter dengan sudut polarisasi 100°

Saran

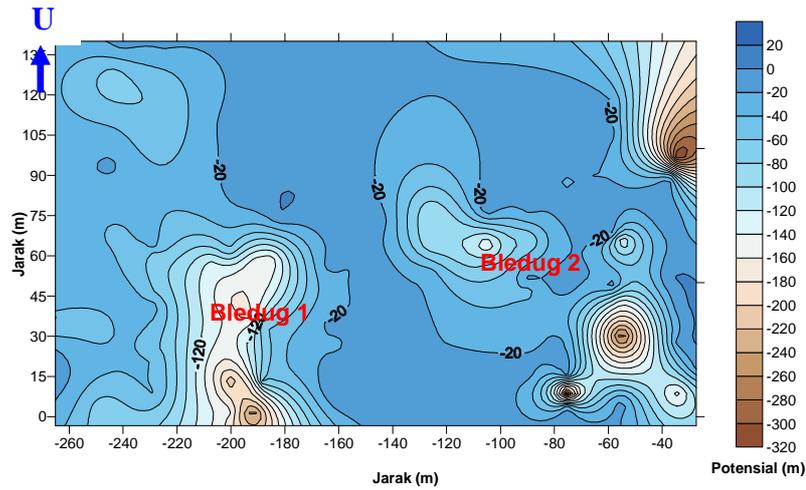
1. Survei Potensial Diri merupakan survei pendahuluan untuk mengetahui pola penyebaran anomali oleh sumber dalam hal ini Bledug Kuwu. Maka sebaiknya dilakukan survei lebih lanjut dengan metode lain untuk melengkapi hasilnya.
2. Perlu dilakukan studi teoritik lebih lanjut interpretasi kuantitatif data *self-potential* untuk model yang lain.
3. Titik-titik pengukuran diperbanyak di sekitar area Bledug Kuwu.

DAFTAR PUSTAKA

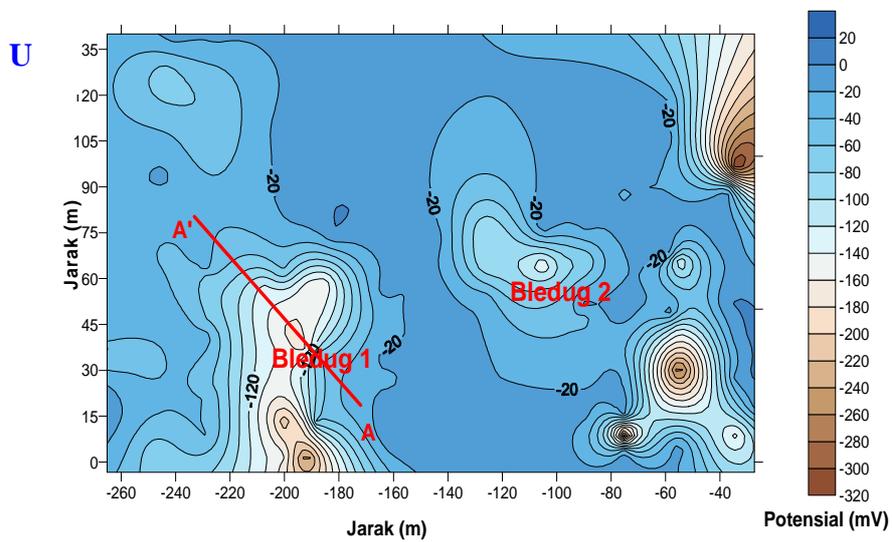
- [1] van Bemmelen, R.W.1949. *The Geology of Indonesia*, V.I.A, Martinus Nijhoff, The Hague.
- [2] <http://www.grobogan.com/html.2006:06.00>
- [3] De Witte, L. 1948. *A new method of interpretation of self potential field data*, Geophysics, Vol.XIII, p. 600-608.
- [4] Sharma, P.V., 1997, *Environmental and Geophysics*, Cambridge University Press. New York. London. Melbourne.
- [5] Telford, W, M, Geldart, L, P, Sheriff, R, E, & Keys, D, A. 1990. *Applied Geophysics*. Cambridge University Press. New York. London. Melbourne.
- [6] Sato and Money, 1960, *the Electrochemical Mechanism of Sulphida Self Potential*, Geophysics, Vol.XXV, p. 226-246.
- [7] Rao, D.A., and Babu, R.H.V., 1983. *Quantitative interpretation of self potential anomalies due to two dimensional sheet-like bodies*,

[8] Harsono, P. 1983. *Stratigrafi Daerah Mandala Rembang dan Sekitarnya*. Jakarta

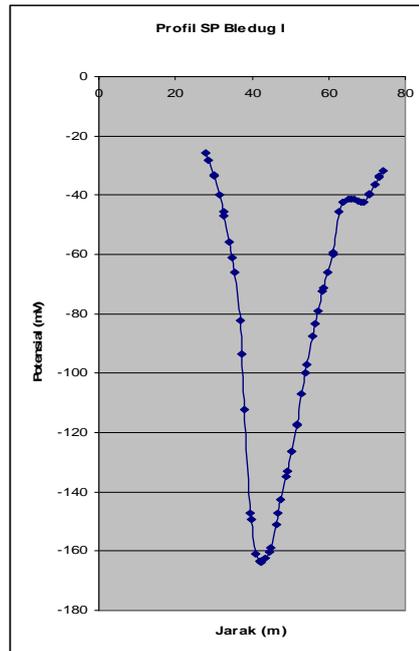
[9] Bhattacharya, B.B and Roy. N. 1981. *A note on the use of a nomogram for self potential anomalies*, *Geophysical Prospecting*, Vol.XXIX, p. 102-107



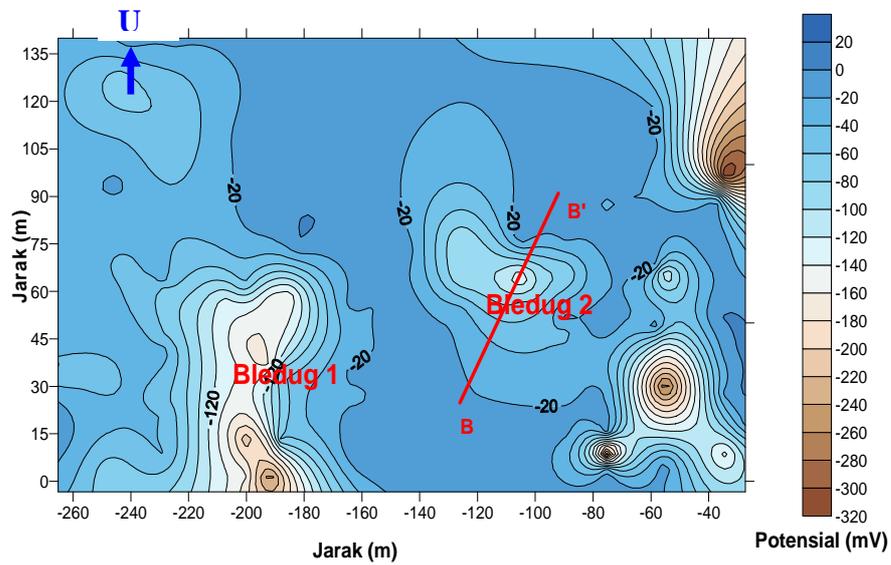
Gambar 4. Kontur isopotensial data lapangan



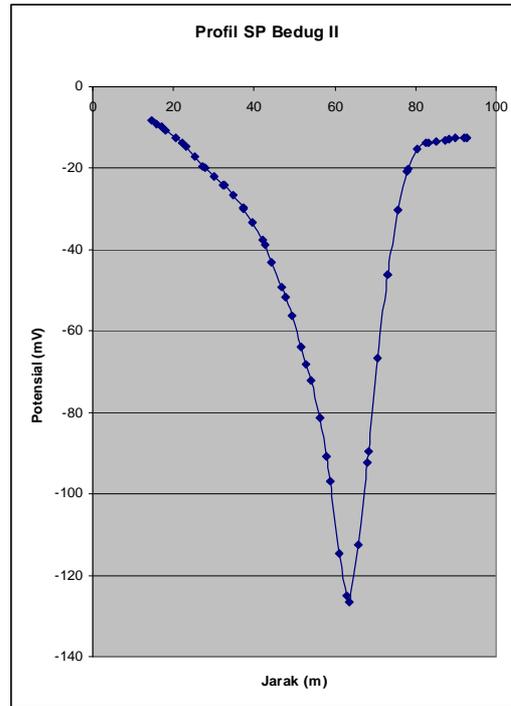
Gambar 5. Slice Bledug 1



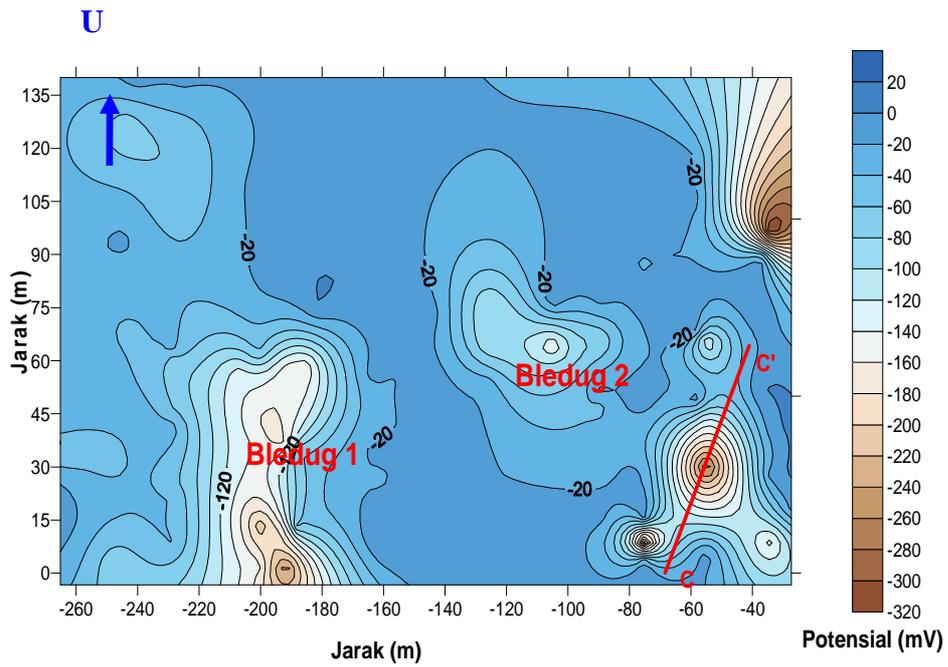
Gambar 6. Profil tampak lintang Bledug 1



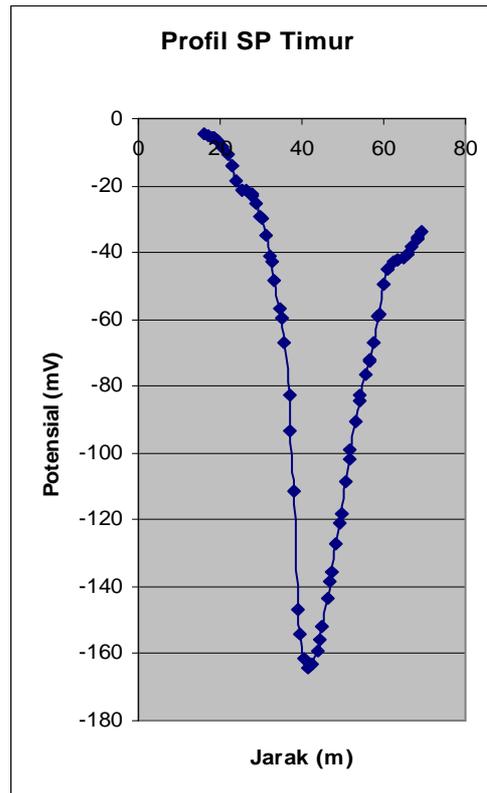
Gambar 7 Slice Bledug 2



Gambar 8 Profil tampak lintang Bledug 2



Gambar 9 Slice Timur (Tenggara) Bledug 2



Gambar 10 Profil tampang lintang sebelah Timur (Tenggara) Bledug 2