

PENYELIDIKAN POTENSI AIR TANAH PADA LAHAN PERTANIAN DI DESA BONO KECAMATAN PAKEL KABUPATEN TULUNGAGUNG DENGAN MENGGUNAKAN METODE POTENSIAL DIRI

INVESTIGATION OF GROUNDWATER POTENTIAL ON AGRICULTURAL LAND
IN BONO VILLAGE, PAKEL DISTRICT, TULUNGAGUNG REGENCY
BY USING SELF-POTENTIAL METHOD

Hari Siswoyo*, Satrio Harganto, Fajar S.H. Kusuma, Robiq Hisbulloh, Adit B. Pratama

*E-mail : hari_siswoyo@ub.ac.id

Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Abstrak— Upaya yang dilakukan oleh para petani untuk menanggulangi kelangkaan air pada saat musim kemarau adalah dengan melakukan pengeboran air tanah untuk digunakan sebagai sumber air irigasi. Kendala yang sering dihadapi oleh para petani adalah ketidaktepatan lokasi di dalam melakukan pengeboran sehingga tidak didapatkan potensi air tanah yang memadai untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menyelidiki keberadaan potensi air tanah dengan menggunakan metode Potensial Diri pada lahan pertanian seluas 6.528 m² di Desa Bono Kecamatan Pakel Kabupaten Tulungagung. Konfigurasi yang digunakan adalah basis tetap dengan jumlah lintasan sebanyak 6 lintasan, jumlah titik penyelidikan sebanyak 99, dengan jarak interval elektroda 4 m. Nilai potensial hasil penyelidikan di lapangan berkisar antara -5,42 mV sampai dengan 8,12 mV. Berdasarkan peta isopotensial yang menggambarkan sebaran spasial nilai potensial diri dapat dinyatakan bahwa daerah dengan anomali paling negatif berada di bagian Utara lahan pertanian dan terdapat 4 lokasi pada lahan tersebut diduga sebagai sumber anomali yang merepresentasikan potensi air tanah.

Kata kunci — air tanah, lahan pertanian, potensial diri.

Abstract— Efforts made by farmers to cope with water scarcity during the dry season is to drill groundwater for use as an irrigation water source. Constraints that are often faced by farmers is the inaccuracy of the location in the drilling so that there is not enough groundwater potential to be utilized as an irrigation water source. The purpose of this study was to investigate the existence of groundwater potential using the self-potential method on 6,528 square meters of agricultural land in Bono Village Pakel District Tulungagung Regency. The configuration used is a fixed base with a total of 6 lines, number of points of investigation of 99, with a distance of 4 m electrode interval. The potential value of field investigations ranged from -5.42 mV to 8.12 mV. Based on an isopotential map depicting the spatial distribution of self-potential value, it can be stated that the region with the most negative anomaly is in the northern part of the agricultural land and there are 4 sites on the land suspected as an anomalies source representing the groundwater potential.

Keywords — groundwater, agricultural land, self-potential.

I. PENDAHULUAN

Sumber daya air tanah memiliki peranan penting sebagai sumber air irigasi pada saat air permukaan dari saluran irigasi tidak dapat memenuhi atau menjangkau lahan pertanian baik akibat kendala lokasi maupun musim (kemarau). Kondisi tersebut terjadi di Desa Bono, Kecamatan Pakel, Kabupaten

Tulungagung. Permasalahan yang dihadapi beberapa petani setempat pada saat musim kemarau adalah lahan pertaniannya tidak mendapat pasokan air irigasi yang memadai dari saluran-saluran irigasi yang ada. Upaya yang dilakukan para petani untuk menanggulangi permasalahan tersebut adalah melakukan pengeboran guna mendapatkan air tanah

untuk sumber air irigasi. Namun demikian, kendala yang sering dihadapi oleh para petani adalah ketidaktepatan lokasi di dalam melakukan pengeboran sehingga tidak didapatkan potensi air tanah yang memadai untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber air irigasi (hasil wawancara 16 Pebruari 2018).

Ketidaktepatan lokasi pengeboran pada umumnya dikarenakan belum adanya pendekatan dari aspek sains guna menentukan titik lokasi pengeboran pada lahan pertanian yang memiliki potensi air tanah yang memadai. Untuk dapat menentukan lokasi pengeboran air tanah guna mendapatkan potensi yang memadai bagi keperluan irigasi, terlebih dahulu perlu dilakukan penyelidikan potensi air tanah. Penyelidikan potensi air tanah dapat dilakukan salah satunya dengan cara penyelidikan di bawah permukaan tanah dengan Metode Potensial Diri [1].

Pemanfaatan Metode Potensial Diri untuk keperluan penyelidikan di bawah permukaan tanah telah dilakukan oleh sejumlah peneliti seperti: mendeteksi aliran fluida panas bawah permukaan [2][3][4][5], pendugaan reservoir sistem panas bumi [6], pemetaan sebaran lindi [7], penelitian agrogeofisika untuk lahan perkebunan tebu [8], interpretasi penyebaran mineral pasir besi [9], dan pemetaan lingkungan korosi bawah permukaan [10]. Di dalam penelitian ini, Metode Potensial Diri digunakan untuk menduga potensi air tanah pada lahan pertanian. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menyelidiki keberadaan potensi air tanah pada lahan pertanian di lokasi penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman teknis bagi para petani di lokasi penelitian dalam menentukan lokasi pengeboran guna mendapatkan potensi air tanah yang memadai sebagai sumber air irigasi pada lahan pertaniannya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Metode Potensial Diri merupakan metode pasif yang didasarkan atas perbedaan potensial tanah secara alami yang diukur antara dua titik di permukaan tanah. Nilai potensial yang diukur dapat berkisar antara kurang dari 1 milivolt (mV) hingga lebih dari 1 volt, dengan tanda potensial (positif atau negatif) merupakan faktor pendugaan yang penting dalam interpretasi anomali potensial diri. Potensial diri dihasilkan oleh sejumlah sumber alami, meskipun proses fisika secara pasti yang menyebabkan beberapa diantaranya masih belum jelas [1]. Jenis anomali potensial diri beserta masing-

masing sumber geologinya ditunjukkan dalam Tabel-1.

Tabel-1. Tipe-tipe Anomali Potensial Diri [1]

Sumber	Tipe Anomali
Potensi Mineral	
– Bijih Sulfida	Negatif (-), ≈ ratusan mV
– Bijih Grafit	
– Magnetit dan mineral penghantar listrik lainnya	
– Batubara	
– Mangan	
– Urat kuarsa	Positif (+), ≈ puluhan mV
– Pagmatites	
Potensi Keberadaan	
– Aliran fluida, reaksi geokimia	(+)/(-), ≤ 100mV
– Bioelektrik (tanaman, pohon)	(-), ≤ 300mV
– Aliran air tanah	(+)/(-), sampai ratusan mV
– Topografi	(-), sampai 2 mV

Peralatan yang digunakan dalam Metode Potensial Diri sangat sederhana yaitu terdiri dari sepasang elektroda yang dihubungkan dengan kawat ke milivolt meter dengan bagian paling penting adalah dua pembatas pada elektroda dan detektor. Jika digunakan logam yang dimasukkan ke tanah sebagai elektroda potensial diri, maka reaksi elektrokimia pada saat kontak dengan tanah akan menghasilkan nilai potensial palsu dengan nilai yang sama seperti yang terukur. Potensi kontak ini sangat tidak menentu pada tempat dan waktu yang berbeda, sehingga tidak memungkinkan melakukan koreksi secara tetap. Dengan demikian elektroda non-polarisasi menjadi sangat penting [11]. Elektroda non-polarisasi terdiri dari logam yang dicelupkan dalam larutan jenuh dari garamnya sendiri, seperti Cu dalam CuSO₄, Ag dalam AgCl, dan seterusnya yang terkandung dalam pot berpori yang memungkinkan larutan merembes secara perlahan dan membuat kontak dengan tanah. Terkait dengan prosedur dalam akuisisi data di lapangan, dua pot berpori yang diisi dengan larutan garam diletakkan berdampingan dalam lubang di tanah dengan alat yang terhubung diantara keduanya dimana pembacaan alat tersebut harus menunjukkan angka kurang dari 2 mV. Jika tidak memenuhi nilai tersebut, maka pot berpori harus dibersihkan dan diisi ulang dengan larutan yang lebih segar [11].

Akuisisi data di lapangan dalam metode ini dapat dilakukan menggunakan metode konfigurasi basis tetap [11][12] yang banyak digunakan dalam sejumlah penelitian terdahulu [2][4][5][7][13]. Sebaran spasial nilai potensial diri berdasarkan nilai hasil penyelidikan di lapangan yang terkoreksi digambarkan dalam bentuk peta isopotensial [11]. Pemodelan keberadaan benda anomali dapat dilakukan dengan menggunakan model lempeng miring 2 dimensi [14] yang juga telah digunakan dalam penelitian sejenis oleh peneliti terdahulu [2][7].

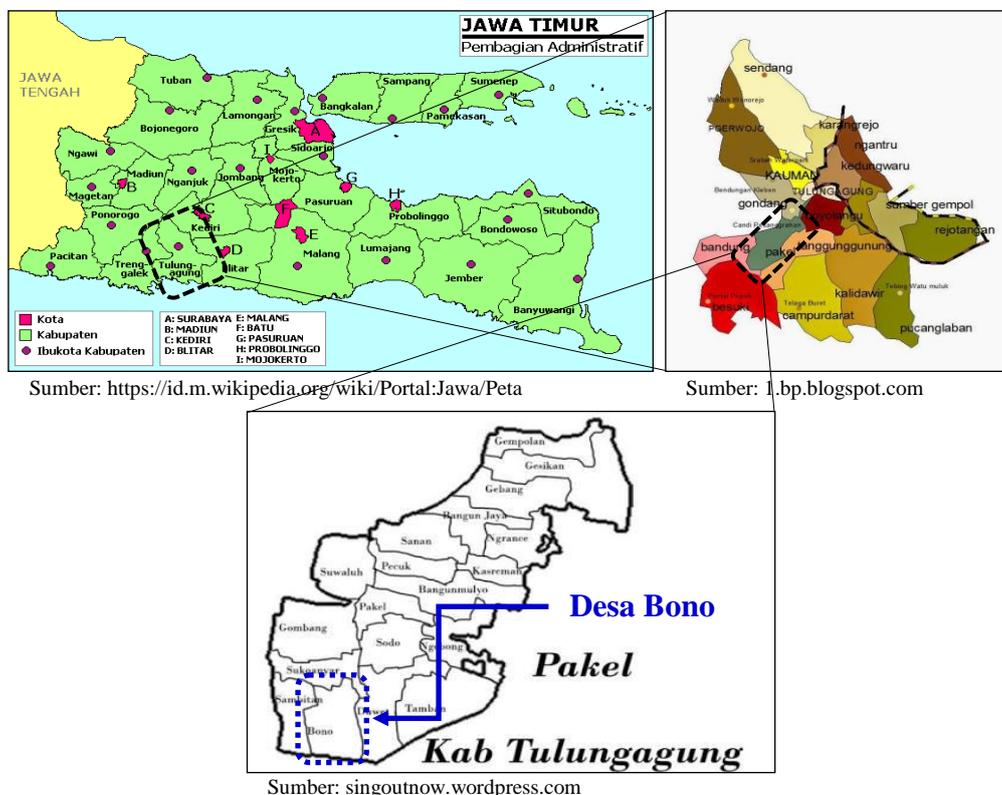
III. METODE

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah di Desa Bono, Kecamatan Pakel, Kabupaten Tulungagung, Provinsi Jawa Timur. Penyelidikan di lapangan dilakukan pada lahan pertanian yang memiliki luasan 6.528 m². Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu 2 bulan (15 Pebruari 2018 sampai dengan 15 April 2018). Peta lokasi penelitian ditunjukkan dalam Gambar-1.

B. Alat dan Bahan

GPS merk Garmin 60 (1 buah) digunakan untuk menentukan koordinat lokasi tiap titik yang diselidiki dalam lintasan pengukuran. Roll meter dengan panjang 50 m (1 buah) digunakan untuk mengukur jarak lintasan ataupun jarak antar titik peyelidikan dalam satu lintasan. Cetok (1 buah) digunakan untuk membuat lubang pada setiap titik penyelidikan guna menempatkan pot berpori. Multimeter digital merk Sanwa CD800a (2 buah) digunakan untuk mengukur nilai beda potensial di antara 2 buah elektroda dalam pot berpori yang ditempatkan pada titik penyelidikan. Baterai Alkaline (6 buah) digunakan untuk mengisi daya pada GPS dan multimeter digital. Pot berpori berbentuk silinder dengan dimensi $\varnothing = 7$ cm dan tinggi = 15 cm (4 buah) digunakan sebagai wadah larutan CuSO₄ untuk menimbulkan kontak dengan tanah pada tiap titik penyelidikan. Spons hitam (4 buah) digunakan sebagai penutup pot berpori agar larutan CuSO₄ yang ada di dalamnya tidak tumpah pada saat dilakukan perpindahan dari titik penyelidikan yang satu ke titik penyelidikan yang lain.



Gambar-1. Peta lokasi penelitian.

Amplas/kertas gosok (1 lembar) digunakan untuk membersihkan kawat tembaga dari kotoran atau lapisan yang dapat mengganggu fungsi kawat tembaga sebagai penghantar listrik. Larutan CuSO_4 digunakan sebagai elektrolit yang berfungsi untuk menghantar arus listrik dari dalam tanah. Kabel listrik inti tunggal (NYA) \varnothing 2,5 mm sepanjang 8 m (1 buah) yang dilengkapi dengan capit buaya pada kedua ujung kabel, digunakan sebagai media untuk mengalirkan arus listrik dari anoda ke multimeter digital. Kabel tersebut menghubungkan multimeter digital dengan anoda (tembaga dalam pot berpori) dengan posisi tetap pada pengukuran sebagai fungsi posisi (*rover*). Kabel listrik inti tunggal (NYA) \varnothing 2,5 mm sepanjang 50 m (1 buah) yang dilengkapi dengan capit buaya pada kedua ujung kabel, digunakan sebagai media untuk mengalirkan arus listrik dari katoda ke multimeter digital. Kabel tersebut menghubungkan multimeter digital dengan anoda (tembaga dalam pot berpori) dengan posisi berpindah-pindah pada pengukuran sebagai fungsi posisi (*rover*). Kabel listrik inti tunggal (NYA) \varnothing 2,5 mm sepanjang 1 m (2 buah) yang dilengkapi dengan capit buaya pada kedua ujung kabel, digunakan sebagai media untuk mengalirkan arus listrik dari anoda maupun katoda ke multimeter digital. Kabel tersebut menghubungkan multimeter digital dengan 2 buah tembaga dalam pot berpori (anoda dan katoda) pada pengukuran sebagai fungsi waktu (*base*).

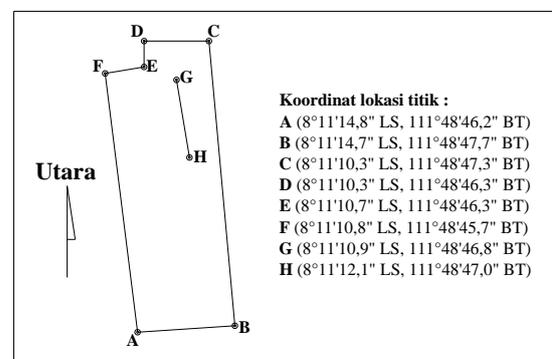
C. Prosedur Penelitian

Survei pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kondisi lokasi penelitian secara nyata di lapangan. Berdasarkan hasil survei pendahuluan ini dapat ditentukan batas wilayah yang akan diteliti. Pembuatan lintasan untuk penyelidikan di lapangan sesuai dengan batas, ukuran, dan kondisi lahan, yang ditetapkan pada jalan setapak maupun pematang sawah yang mengelilingi lahan dan pada sebagian lahan kosong yang berada di dalam lahan yang diteliti. Hal ini dilakukan agar saat kegiatan penyelidikan di lapangan tidak merusak tanaman pada lahan tersebut maupun mengganggu aktivitas petani. Jumlah lintasan dirancang sebanyak 6, yang meliputi: lintasan AB (48 m), lintasan BC (140 m), lintasan AF (128 m), lintasan CDE (44 m), lintasan FE (16 m), dan lintasan GH (40 m). Lintasan AB, BC, AF, CDE, dan FE mengelilingi lahan, sedangkan lintasan GH berada di dalam lahan yang diteliti. Gambaran kondisi lahan yang diteliti dan

skema jalur lintasan untuk penyelidikan di lapangan ditunjukkan dalam Gambar-2 dan Gambar-3.



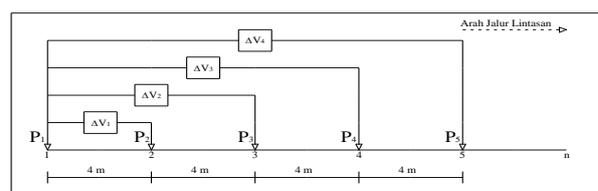
Gambar-2. Lahan pertanian yang diteliti.



Gambar-3. Desain jalur lintasan untuk penyelidikan.

Kalibrasi alat dilakukan guna memastikan bahwa instrumen potensial diri dapat digunakan secara akurat dalam penyelidikan di lapangan. Kalibrasi dilakukan dengan cara menanam 2 buah elektroda pot berpori dengan jarak 2 m untuk mendapatkan nilai beda potensial < 2 mV.

Akuisisi data di lapangan dilakukan dengan menggunakan metode basis tetap yaitu dengan menanam satu elektroda di satu tempat sebagai acuan dan elektroda yang lain dipindahkan dengan jarak tertentu yang ditetapkan dengan jarak 4 m sepanjang jalur lintasan yang diukur. Skema akuisisi data di lapangan ditunjukkan dalam Gambar-4.



Gambar-4. Teknis akuisisi data di lapangan dengan metode basis tetap.

Interpretasi data potensial diri dilakukan dengan 2 cara yaitu cara kualitatif dan cara kuantitatif. Interpretasi secara kualitatif dilakukan dengan menggambarkan peta isopotensial berdasarkan nilai potensial hasil penyelidikan di lapangan yang terkoreksi. Pemetaan dilakukan dengan Metode Kriging yaitu metode geostatistika untuk pembuatan grid yang menghasilkan peta yang menarik secara visual dari data yang tidak beraturan [15]. Interpretasi secara kuantitatif dilakukan berdasarkan model lempeng miring 2 dimensi guna mengidentifikasi keberadaan benda penyebab anomali yang meliputi kedalaman ujung atas benda anomali (h), kedalaman ujung bawah benda anomali (H), dan sudut kemiringan benda anomali (θ). Pendugaan keberadaan benda penyebab anomali dilakukan berdasarkan persamaan [14]:

$$h = \sqrt{|x_{\max} \cdot x_{\min}|} \quad (1)$$

$$a = \frac{x_s^2 - h^2}{2 \cdot x_0} \quad (2)$$

$$H = \sqrt{x_s^2 - a^2} \quad (3)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{H - h}{a} \right) \quad (4)$$

dimana,

h : kedalaman ujung atas benda anomali (m),

a : keterangan y (m),

H : kedalaman ujung bawah benda anomali (m),

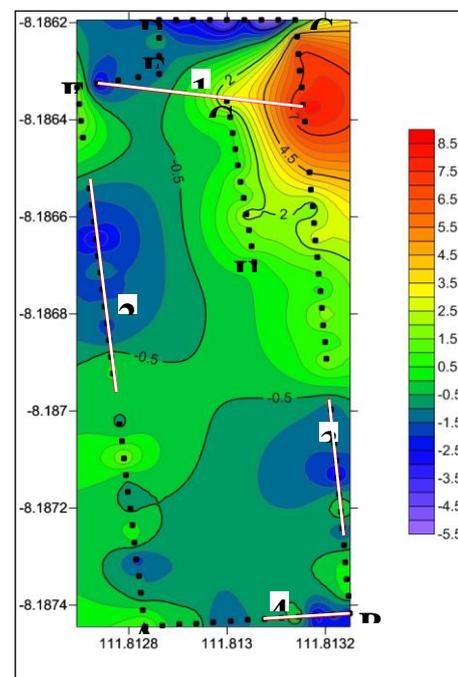
θ : sudut kemiringan benda anomali θ ($^\circ$).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran potensial diri di lapangan dilakukan dengan menggunakan metode basis tetap dengan jumlah lintasan sebanyak 6 lintasan, jumlah titik penyelidikan sebanyak 99, dengan jarak interval elektroda 4 m. Hasil pengukuran potensial diri pada lintasan A–B dengan jumlah titik penyelidikan sebanyak 12 titik nilai potensial diri terkoreksi antara $-3,02$ mV sampai dengan $1,16$ mV. Nilai potensial diri terkoreksi pada lintasan B–C dengan titik penyelidikan sebanyak 31 titik berkisar antara $-2,58$ mV sampai $8,12$ mV. Nilai potensial diri terkoreksi yang terukur berdasarkan penyelidikan pada 12 titik di lintasan C–D–E berkisar antara $-5,42$ mV sampai dengan $-0,54$ mV. Pada lintasan A–F dengan 28 titik penyelidikan terdeteksi nilai potensial diri terkoreksi antara $-3,32$ mV sampai dengan $1,82$ mV.

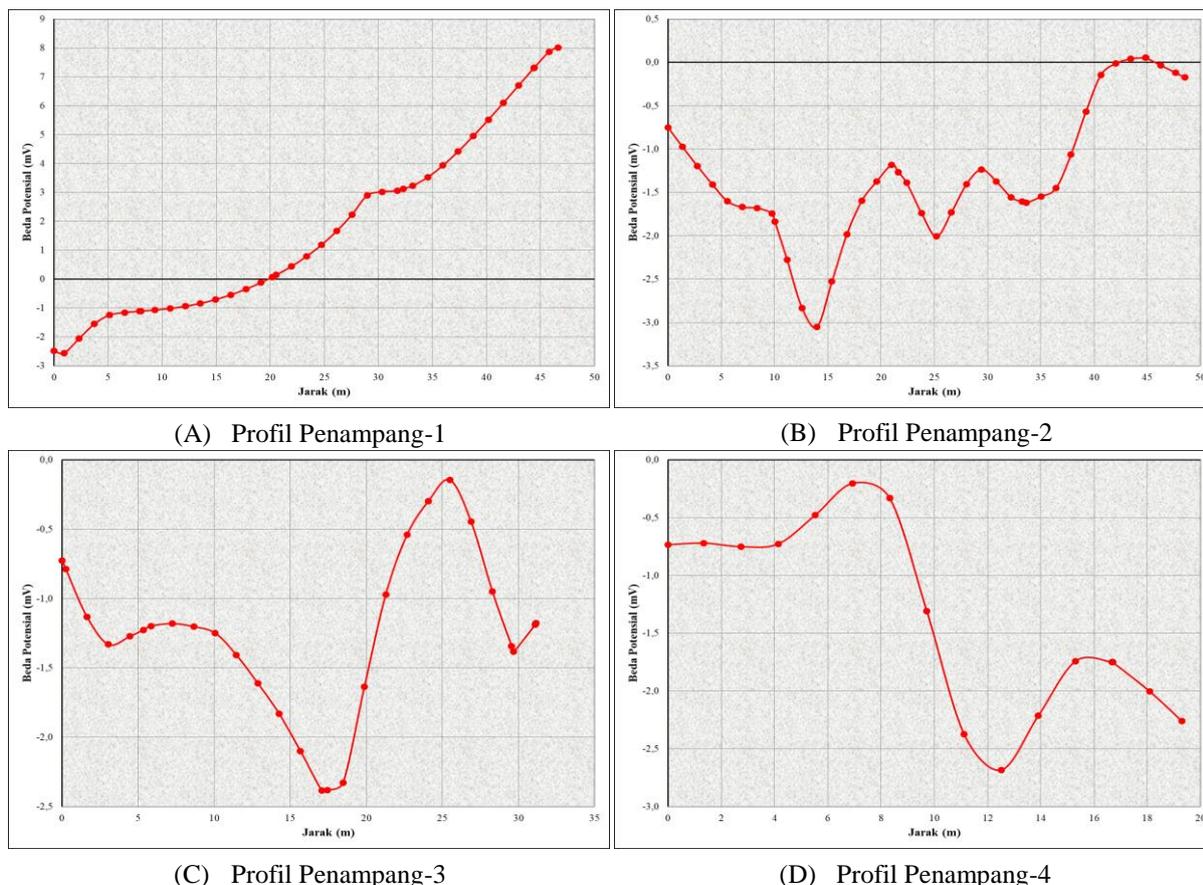
Berdasarkan penyelidikan pada lintasan F–E (5 titik penyelidikan) terdeteksi nilai potensial diri terkoreksi $-3,10$ mV sampai dengan $-0,92$ mV dan pada lintasan G–H (11 titik penyelidikan) terdeteksi nilai potensial diri terkoreksi $0,16$ mV sampai dengan $3,14$ mV.

Secara umum nilai potensial diri di lokasi penelitian berkisar antara $-5,42$ mV sampai dengan $8,12$ mV yang mengindikasikan adanya potensi aliran air tanah. Secara teoritis adanya potensi aliran air tanah adalah pada tipe anomali positif atau negatif sampai dengan ratusan mV [1]. Berdasarkan nilai potensial diri tersebut selanjutnya dibuat peta isopotensial untuk menggambarkan sebaran spasial sifat kelistrikan di lokasi penelitian (Gambar-5).



Gambar-5. Peta Isopotensial lokasi penelitian.

Berdasarkan peta kontur isopotensial lokasi penelitian seperti yang telah digambarkan dalam Gambar-5, secara kualitatif dapat dinyatakan bahwa teridentifikasi daerah dengan anomali paling negatif berada di bagian Utara pada lahan pertanian yang diteliti. Profil penampang pada tempat-tempat yang diduga sebagai sumber anomali selanjutnya digambarkan guna menentukan nilai parameter-parameter anomali. Terdapat 4 lokasi (Gambar-5) yang diduga sebagai sumber anomali yang selanjutnya digambarkan dalam bentuk kurva profil penampangnya yaitu Penampang-1, Penampang-2, Penampang-3, dan Penampang-4. Kurva profil tiap penampang ditunjukkan dalam Gambar-6.



Gambar-6. Kurva profil penampang lokasi yang diduga sebagai sumber anomali.

Profil-profil penampang di atas selanjutnya diidentifikasi nilai parameter-parameter benda anomalnya. Berdasarkan pemodelan lempeng miring 2 dimensi dapat dinyatakan bahwa Penampang-1 memiliki nilai kedalaman ujung atas benda anomali (h) = 6,53 m, kedalaman ujung bawah benda anomali (H) = 20,85 m, dan sudut kemiringan benda anomali (θ) = 51,40°, sedangkan parameter-parameter benda anomali untuk Penampang-2 adalah h = 25,04 m, H = 28,38 m, dan θ = 23,43°.

Penampang-3 memiliki parameter-parameter benda anomali h = 20,86 m, H = 21,17 m, dan θ = 8,54°, sedangkan untuk Penampang-4 nilai parameter benda anomalnya adalah h = 9,31 m, H = 9,62 m, dan θ = 12,48°.

Posisi keberadaan benda anomali seperti dinyatakan di atas, selanjutnya dikonfirmasi dengan data log litologi sumur produksi terdekat yaitu SDTA 606 (sebagai referensi) yang didapatkan dari instansi Pendayagunaan Air Tanah SNVT PJPA

Brantas, BBWS Brantas. Keberadaan data log litologi ini sangat diperlukan untuk memverifikasi hasil pendugaan keberadaan benda anomali sebagai representasi dari potensi air tanah.

Lokasi sumur tersebut berada di desa yang sama dengan lahan pertanian yang diteliti dan berjarak 1.242 m dari lahan tersebut. Berdasarkan data litologi tersebut dapat diketahui bahwa pada kedalaman 2–45 m di bawah permukaan tanah merupakan formasi pasir kasar, dimana formasi ini dapat diinterpretasikan sebagai lapisan akuifer [16].

Keberadaan benda anomali yang diduga sebagai potensi air tanah pada keempat penampang di atas semuanya berada di kedalaman 2–45 m. Dengan demikian dapat dinyatakan hasil pendugaan potensi air tanah dengan metode potensial diri di lokasi penelitian terverifikasi dan dapat diduga terdapatnya potensi air tanah pada Penampang-1 di kedalaman 6,53–20,85 m, Penampang-2 di kedalaman 25,04–28,38 m, Penampang-3 di kedalaman 20,86–21,17 m, dan Penampang-4 di kedalaman 9,31–9,62 m.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Lahan pertanian di lokasi penelitian memiliki nilai potensial diri antara $-5,42$ mV sampai dengan $8,12$ mV. Benda anomali yang diduga sebagai tempat terdapatnya potensi air, untuk Penampang-1 berada di kedalaman $6,53-20,85$ m, Penampang-2 di kedalaman $25,04-28,38$ m, Penampang-3 di kedalaman $20,86 - 21,17$ m, dan Penampang-4 di kedalaman $9,31-9,62$ m. Hasil pendugaan tersebut terkonfirmasi dengan data litologi sumur produksi yang berada di desa setempat dimana pada kedalaman tersebut adalah formasi pasir kasar yang merupakan lapisan pembawa air (akuifer).

B. Saran

Berdasarkan hasil penyelidikan dengan metode potensial diri pada lahan pertanian di lokasi penelitian, dapat diberikan 4 alternatif lokasi (penampang) pengeboran air tanah kepada petani untuk mendapatkan potensi air tanah yang memadai sebagai sumber air irigasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Bapak Zainal Arifin dan para petani pemilik lahan di Desa Bono atas diperkenalkannya penulis untuk melakukan kegiatan penelitian di lahan pertaniannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Reynolds J.M. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 1997: 491–521.
- [2] Sehah dan Raharjo S.A. Survei Metode Self Potential Menggunakan Elektroda Pot Berpori untuk Mendeteksi Aliran Fluida Panas Bawah Permukaan di Kawasan Baturaden Kabupaten Banyumas Jawa Tengah. *Jurnal Fisika FLUX*. 2011; 8(1): 7-21.
- [3] Shofa M, Harmoko U, Widada S. Interpretasi Pola Aliran Fluida Panas Bumi dengan Metode Spontaneous-Potential (SP) dan Suhu Permukaan Dangkal di Lereng Utara Gunung Telomoyo Kabupaten Semarang. *Youngster Physics Journal*. 2014; 3(2): 119-128.
- [4] Vaidila N., Supriyadi, Linuwih S. Penentuan Arah Fluida Panas Bawah Permukaan di Obyek Wisata Guci Menggunakan Metode Self Potential. *Unnes Physics Journal*. 2015; 4(2): 1-8.
- [5] Nuha D.Y.U., Maryanto S., Santoso D.R. Determination of the Direction of Hot Fluid Flow in Cangar Area, Arjuno-Welirang Volcano Complex, East Java Using Self Potential Method. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 2017; 7(2): 123-132.
- [6] Basid A., Andrini N., Arfiyaningsih S. Pendugaan Reservoir Sistem Panas Bumi dengan Menggunakan Survey Geolistrik Resistivitas dan Self Potensial (Studi Kasus: Daerah Manifestasi Panas Bumi di Desa Lombang, Kecamatan Batang-Batang, Sumenep). *Jurnal Neutrino*. 2014; 7(1): 57-70.
- [7] Handoko A.W., Darsono, Darmanto. Aplikasi Metode Self Potential untuk Pemetaan Sebaran Lindi di Wilayah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Putri Cempo Surakarta. *Indonesian Journal of Applied Physics*. 2016; 6(1): 13-22.
- [8] Hiskiawan, P. Agrogeofisika Metode Self Potential Guna Evaluasi Lahan Perkebunan Tebu. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan*. 2016; 2(1): 26-47.
- [9] Febriani, S.D.A. dan Daniyati, R. *Interpretasi Persebaran Mineral Pasir Besi Menggunakan Metode SP (Self Potential) di Desa Kepanjen*. Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Politeknik Negeri Jember. 2017: 296–299.
- [10] Amalia M., Utama W., Rochman J.P.G.N. Pemetaan Lingkungan Korosi Bawah Permukaan Menggunakan Metode Self-Potensial Berdasarkan Native Potential pada Daerah Unit 7 dan 8 PT. *Ipmomi, Jurnal Geosaintek*. 2017; 3(2): 131-136.
- [11] Telford W.M., Geldart L.P., Sheriff R.E. *Applied Geophysics*. 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press. 1990: 293–302.
- [12] Wikipedia, 2018, Potensial diri (online), (https://id.wikipedia.org/wiki/Potensial_diri), diakses 14 Februari 2018.
- [13] Indriana R.D., Nurwidyanto M.I., Haryono K.W. Interpretasi Bawah Permukaan dengan Metode Self Potential Daerah Bledug Kuwu Kradenan Grobogan, *Berkala Fisika*, 2007; 10(3): 155-167.
- [14] Rao D.A. and Ram Babu H.V. Quantitative interpretation of self-potential anomalies due to two-dimensional sheet-like bodies. *Geophysics*. 1983; 48(12): 1659-1664.
- [15] Golden Software, Inc. *Surfer – User’s Guide, Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers*. Colorado: Golden Software Inc. 2002 : 117–121.
- [16] Sri Harto Br. *Hidrologi: Teori, Masalah, Penyelesaian*. Yogyakarta: Nafiri. 2000: 339–340.