

APLIKASI METODE POTENSIAL DIRI UNTUK MENDUGA POTENSI AIR TANAH DI KECAMATAN KARANGREJO KABUPATEN TULUNGAGUNG

Satrio Harganto¹, Hari Siswoyo²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Pengairan Universitas Brawijaya

²Dosen Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang, Jawa Timur, Indonesia
Jalan MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia

¹Email: satrioharganto@gmail.com

ABSTRAK: Petani di wilayah Kecamatan Karangrejo, Kabupaten Tulungagung, dalam menentukan titik pemboran untuk pembuatan sumur bor, kerap mengalami kegagalan terkait keberadaan potensi air tanah. Untuk itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan menduga keberadaan potensi air tanah dengan menggunakan metode potensial diri. Dalam penelitian ini, untuk keperluan penyelidikan di lapangan dirancang 4 buah lintasan dengan jarak antara titik penyelidikan adalah 8 meter pada semua lintasan dan menggunakan konfigurasi basis tetap dalam proses pengambilan data. Dari hasil penelitian ini didapatkan nilai beda potensial terkoreksi maksimum 10,26 mV, nilai minimum -6,36 mV, dan nilai rata-ratanya 2,14 mV. Berdasarkan peta kontur isopotensial dapat diinterpretasikan bahwa zona anomali potensial negatif ditemukan di kawasan Utara dan Timur pada lokasi penelitian. Hasil perhitungan kedalaman benda anomali yang diduga sebagai potensi air tanah yaitu, profil I [metode bola ($h = 9,70$ m), metode lempeng miring ($h = 21,99$ m, $H = 26,22$)], profil II [metode bola ($h = 19,42$ m), metode lempeng miring ($h = 20,16$ m, $H = 25,21$)], profil III [metode bola ($h = -$), metode lempeng miring ($h = 20,77$ m, $H = 25,06$)], dan profil IV [metode bola ($h = -$), metode lempeng miring ($h = 21,05$ m, $H = 22,68$)]. Berdasarkan metode yang dipilih, maka direncanakan 4 alternatif konstruksi sumur bor.

Kata Kunci: air tanah, potensial diri, benda anomali

ABSTRACT: Farmers in Karangrejo District, Tulungagung Regency, when determining the drilling point to make bored well, often facing failures related to the existence of groundwater. Therefore, this research is done with aims to predict the location of potential groundwater using self-potential method. In this research, 4 tracks with the distance between investigation point is 8 meters on all tracks and using fixed based configuration in data retrieval process. From the result of this research obtained the corrected potential difference values are maximum value 10,26 mV, minimum value -6,36 mV, and average value 2,14 mV. Based on isopotential contour map can be interpreted that negative potential anomalous zone discovered in North and East region of the research location. The result of anomalous object depth measurement suspected as groundwater potential is, profile I [sphere method ($h = 9,70$ m), dipping plate method ($h = 21,99$ m, $H = 26,22$)], profile II [sphere method ($h = 19,42$ m), dipping plate method ($h = 20,16$ m, $H = 25,21$)], profile III [sphere method ($h = -$), dipping plate method ($h = 20,77$ m, $H = 25,06$)], and profile IV [sphere method ($h = -$), dipping plate method ($h = 21,05$ m, $H = 22,68$)]. Based on the chosen method, 4 alternatives of bored well construction are planned.

Keywords: groundwater, self-potential, anomalous object

PENDAHULUAN

Petani di wilayah Kecamatan Karangrejo, Kabupaten Tulungagung pada umumnya menggunakan sumur bor untuk memenuhi

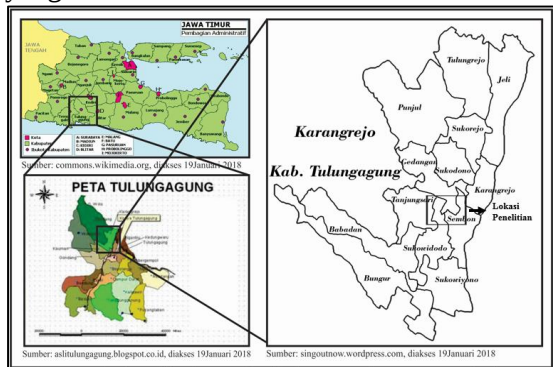
kebutuhan air irigasi bagi sawahnya di musim kemarau. Dalam menentukan titik pemboran untuk pembuatan sumur bor, para petani kerap mengalami kegagalan terkait keberadaan

potensi air tanah. Hal ini karena di dalam menentukan titik pemboran para petani masih menggunakan cara tradisional yang mana cara tersebut tidak didasarkan atas pendekatan ilmiah. Sebelum dilakukan pemboran seharusnya perlu dilakukan investigasi untuk menduga letak potensi air tanah. Untuk itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan menduga keberadaan potensi air tanah dengan menggunakan metode potensial diri.

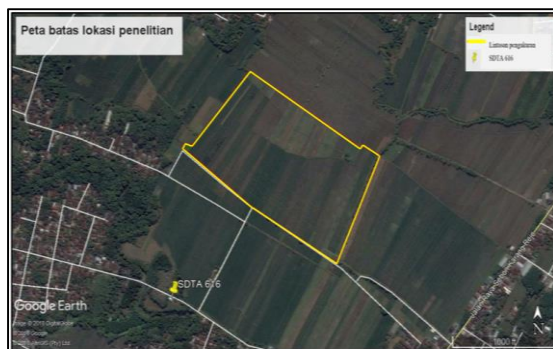
METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di wilayah Kecamatan Karangrejo, Kabupaten Tulungagung, tepatnya berada di 3 Desa yaitu Desa Sukowidodo, Desa Sembon, dan Desa Gedangan. Kecamatan Karangrejo terletak pada koordinat $111^{\circ} 53' 8,71''$ BT - $111^{\circ} 54' 1,53''$ BT dan $07^{\circ} 59' 59,30''$ LS - $08^{\circ} 01' 10,24''$ LS. Penelitian ini dilaksanakan di 3 desa tersebut karena di daerah tersebut para petani kerap mengalami kegagalan dalam melakukan pemboran dikarenakan dalam penentuan titik pemboran para petani masih menggunakan cara yang tradisional.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Desa Sukowidodo, Desa Gedangan, Desa Sembon) Luas area lokasi penelitian adalah $149,268 \text{ m}^2$ dengan batas lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Peta batas lokasi penelitian
Sumber: Google Earth

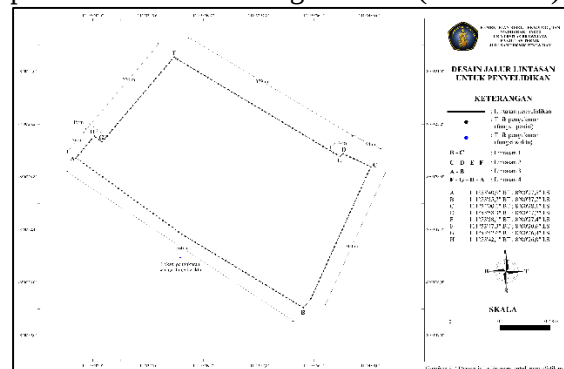
Tahapan Penelitian

1. Penyelidikan Potensial Diri

Adapun tahapan - tahapan dalam melakukan penyelidikan yaitu:

a. Pembuatan Peta Desain Pengukuran

Peta desain pengukuran dibuat dengan tujuan agar diketahui batas-batas daerah pengukuran dan target pengukuran dapat terpenuhi. Berdasarkan hasil survei diperoleh batas-batas daerah lokasi penelitian dan 4 lintasan, yaitu lintasan 1 (panjang 304 meter) terdapat 39 titik penyelidikan, lintasan 2 (panjang 451 meter) terdapat 58 titik penyelidikan, lintasan 3 (panjang 560 meter) terdapat 70 titik penyelidikan, dan lintasan 4 (panjang 299 meter) terdapat 39 titik penyelidikan. Jarak antara titik penyelidikan adalah 8 meter pada semua lintasan. Titik referensi berada di luar area penyelidikan yaitu terletak pada koordinat $8^{\circ} 00' 34,3''$ LS dan $111^{\circ} 53' 47,7''$ sebagai titik pengukuran potensial diri dalam fungsi waktu (Gambar 3.).



Gambar 3. Desain jalur lintasan untuk penyelidikan

b. Persiapan Alat

Secara umum, peralatan yang digunakan pada metode potensial diri ini terdiri dari:

- Pot berpori berbentuk silinder dengan dimensi diameter = 7 cm dan tinggi = 15 cm (4 buah)
- Larutan CuSO_4
- Kawat tembaga $\varnothing 6 \text{ mm}$ sepanjang 50 cm dibentuk spiral (4 buah)
- Amplas/kertas gosok (1 lembar)
- Kabel listrik serabut berinti tunggal (NYAF) $0,75 \text{ mm}^2$ sepanjang 16 m (1 buah)
- Kabel listrik serabut berinti tunggal (NYAF) $0,75 \text{ mm}^2$ sepanjang 200 m (1 buah)
- Kabel listrik serabut berinti tunggal (NYAF) $0,75 \text{ mm}^2$ sepanjang 1 m (2 buah)

- GPS merk Garmin 60 (1 buah)
- Roll meter dengan panjang 50 m (1 buah)
- Voltmeter digital merk Sanwa CD800a (2 buah)
- Cetok (1 buah)
- Spons hitam (4 buah)
- Baterai Alkaline (6 buah)

c. Kalibrasi Alat

Tujuan kalibrasi alat adalah untuk memperoleh data lapangan yang akurat. Kalibrasi dilakukan dengan cara menanam kedua elektroda pot berpori ke tanah dengan jarak yang relatif dekat (± 10 cm). Mengukur nilai beda potensial di antara kedua elektroda pot berpori tersebut dengan menggunakan voltmeter digital. Hasil pengukuran yang diperoleh harus ≤ 2 milivolt. Apabila nilai potensial ≥ 2 millivolt, maka kedua elektroda pot berpori harus dibersihkan, kemudian diisi kembali dengan larutan CuSO_4 dengan konsentrasi yang sama di antara kedua elektroda tersebut. Hal ini akibat elektroda pot berpori tidak bersih atau larutan bocor (Sehah dan Raharjo, 2011).

d. Pelaksanaan Penyelidikan

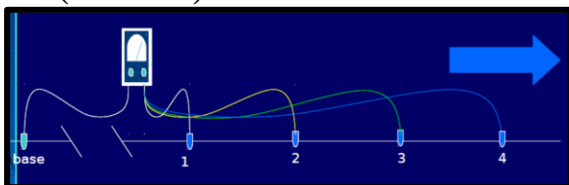
Pengambilan data potensial diri di lapangan dilakukan dengan dua cara yaitu:

- (1) Pengambilan data beda potensial sebagai fungsi waktu.

Pengukuran nilai beda potensial sebagai fungsi waktu bertujuan untuk mengukur variasi harian yang disebabkan oleh arus telluric dan hasil pengukuran di base ini digunakan untuk mengkoreksi data.

- (2) Pengambilan data beda potensial sebagai fungsi posisi.

Pengukuran ini dilakukan sepanjang lintasan-lintasan pengukuran dengan jarak yang telah direncanakan yaitu 8 meter menggunakan konfigurasi basis tetap (Gambar 4.).



Gambar 4. Ilustrasi konfigurasi basis tetap

Pada konfigurasi basis tetap ini satu pot berpori di letakkan secara tetap di luar area target dan satu pot berpori lainnya bergerak sepanjang lintasan pengukuran dengan jarak yang telah ditentukan. Konfigurasi basis tetap memiliki kelebihan yaitu

potensial yang terukur selalu kontinyu terhadap titik referensi, sehingga kesalahan nol antara kedua elektroda tidak terjadi Sehah dan Raharjo (2011).

- e. Perhitungan Data (Koreksi Data)

Data-data yang telah diperoleh dari pengukuran lapangan kemudian dihitung untuk mendapat hasil nilai beda potensial terkoreksi. Pengolahan data ini dibagi menjadi dua tahap yaitu perhitungan nilai beda potensial sebagai fungsi waktu dan fungsi posisi.

2. Penggambaran Peta Kontur Isopotensial

Nilai beda potensial yang sudah terkoreksi kemudian diolah dengan menggunakan paket program komputer *Surfer 12* untuk menghasilkan peta kontur isopotensial. Dari peta kontur isopotensial dapat diketahui apakah daerah tersebut merupakan zona konduktif atau tidak. Zona konduktif dapat diindikasikan dengan rendahnya nilai potensial diri yang terukur, yang secara numerik bernilai negatif dan merupakan posisi terdapatnya potensi air tanah (Pranita *et al.*, 2014).

3. Pendugaan Keberadaan Benda Anomali

Lokasi anomali yang telah ditentukan berdasarkan peta kontur isopotensial selanjutnya diduga letak keberadaan benda anomali untuk mengetahui kedalaman potensi air tanah pada lokasi penelitian. Pendugaan kedalaman benda anomali dilakukan berdasarkan Metode Bola dan Metode Lempeng Miring.

HASIL DAN PEMBAHASAN

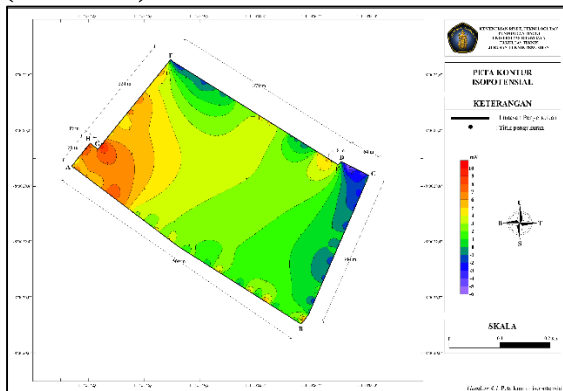
Nilai Beda Potensial

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan didapat nilai beda potensial terkoreksi pada lintasan 1 (-2,80 mV sampai 2,06 mV), lintasan 2 (-6,36 mV sampai 6,10 mV), lintasan 3 (-0,74 sampai 8,48 mV) dan lintasan 4 (-1,68 mV sampai 10,26 mV), sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai beda potensial di lokasi tersebut berkisar antara -6,36 mV sampai 10,26 mV dan nilai rata-ratanya adalah 2,14 mV.

Peta Kontur Isopotensial

Nilai beda potensial terkoreksi yang telah dihitung kemudian dicari lokasi sebaran nilai beda potensial terkoreksi dengan

menggambarkan peta kontur isopotensial (Gambar 5.).

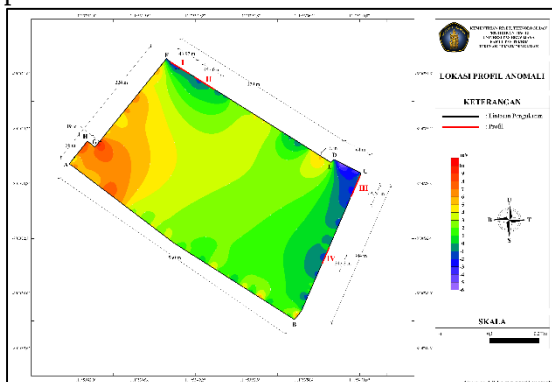


Gambar 5. Peta kontur isopotensial

Berdasarkan peta kontur isopotensial yang telah dibuat dapat diinterpretasikan bahwa zona anomali potensial negatif ditemukan di kawasan Utara dan Timur pada lokasi penelitian. Hal ini mengindikasikan kemungkinan terjadinya akumulasi potensi air tanah dari bagian barat menuju ke Utara dan Timur. Pada peta kontur isopotensial dapat dilihat bahwa semakin kecil anomali potensial diri (bernilai negatif), maka akumulasi aliran air ke lokasi tersebut semakin besar (Sehah dan Raharjo, 2011).

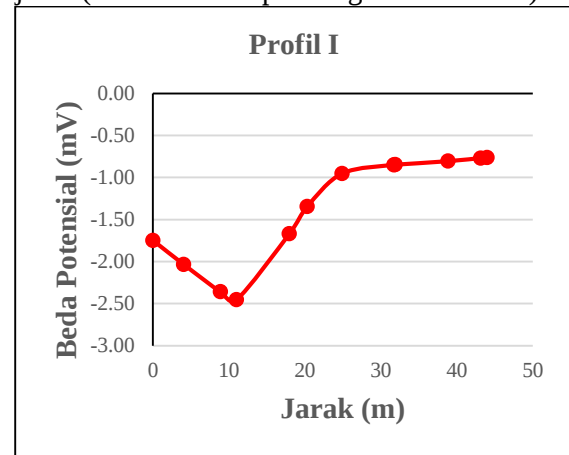
Keberadaan Benda Anomali

Setelah mengetahui lokasi anomali potensial diri berdasarkan dari peta kontur isopotensial, maka selanjutnya dapat diduga letak keberadaan benda anomali untuk mengetahui kedalaman potensi air tanah dengan Metode Bola dan Metode Lempeng Miring. Sebelum melakukan perhitungan dengan Metode Bola dan Metode Lempeng Miring, terlebih dahulu dibuat profil melintang anomali dari peta kontur isopotensial (Gambar 6.). Profil tersebut dibuat pada lokasi dimana terjadi penyimpangan dari keseragaman nilai beda potensial.

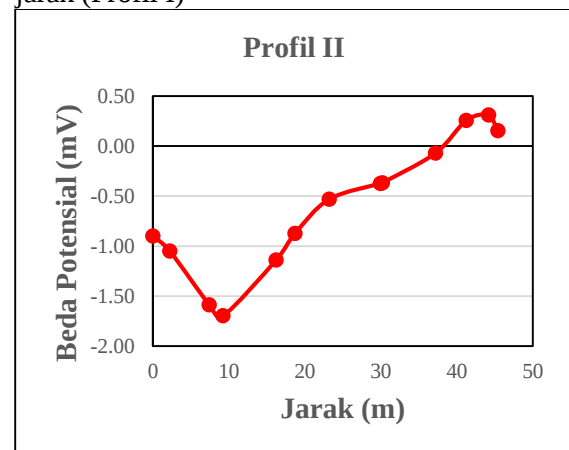


Gambar 6. Lokasi profil anomali

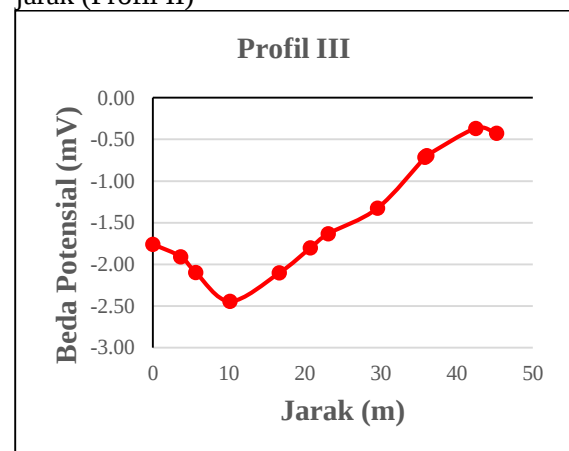
Berdasarkan letak anomali pada peta kontur isopotensial, terdapat 4 profil yang akan dicari keberadaan benda anomali yang diduga sebagai potensi air tanah, dimana keempat profil tersebut akan dibentuk menjadi grafik hubungan antara nilai beda potensial dengan jarak (Gambar 7 sampai dengan Gambar 10).



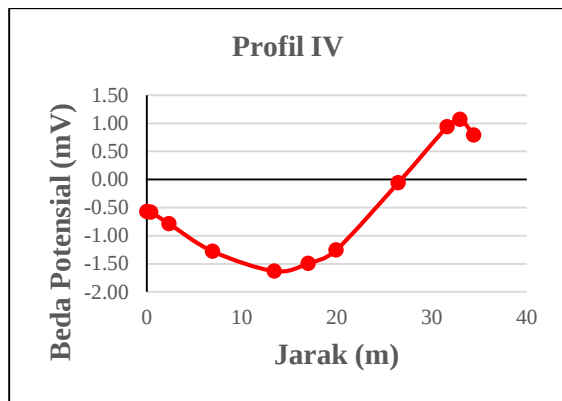
Gambar 7. Grafik hubungan beda potensial dan jarak (Profil I)



Gambar 8. Grafik hubungan beda potensial dan jarak (Profil II)



Gambar 9. Grafik hubungan beda potensial dan jarak (Profil III)



Gambar 10. Grafik hubungan beda potensial dan jarak (Profil IV)

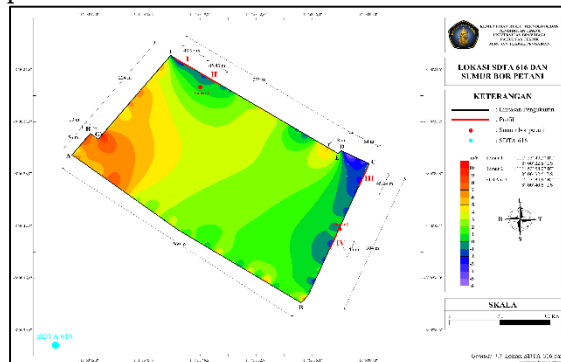
Berdasarkan grafik pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 10 di atas maka selanjutnya dilakukan perhitungan parameter benda anomali dengan Metode Bola dan Metode Lempeng Miring dengan hasil perhitungan adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil perhitungan dengan Metode Bola dan Metode Lempeng Miring

Profil	Nilai Potensial Diri (mV)	Tipe Anomali	Sumber Anomali	Keberadaan Benda Anomali	
				Metode Bola	Metode Lempeng Miring
I	-2,45 sd. -0,76	Positif/negatif puluhan sampai ratusan mV	Air Tanah	$h = 9,70 \text{ m}; \alpha = 27^\circ$	$h = 21,99 \text{ m}; H = 26,22 \text{ m}; \theta = 27,16^\circ$
II	-1,70 sd. 0,31	Positif/negatif puluhan sampai ratusan mV	Air Tanah	$h = 19,42 \text{ m}; \alpha = 52^\circ$	$h = 20,16 \text{ m}; H = 25,21 \text{ m}; \theta = 30,02^\circ$
III	-2,44 sd. -0,37	Positif/negatif puluhan sampai ratusan mV	Air Tanah	-	$h = 20,77 \text{ m}; H = 25,06 \text{ m}; \theta = 27,91^\circ$
IV	-1,63 sd. 1,07	Positif/negatif puluhan sampai ratusan mV	Air Tanah	-	$h = 21,05 \text{ m}; H = 22,68 \text{ m}; \theta = 18,52^\circ$

Berdasarkan Tabel 1 di atas dapat diketahui tipe dan sumber anomali berdasarkan Tabel Sumber dan tipe anomali potensial diri (Reynold, 1997). Dari keempat profil sumber anomali merupakan air tanah.

Hasil perhitungan dan penentuan keberadaan benda anomali yang diduga sebagai potensi air tanah dibandingkan dengan kedalaman sumur bor milik petani dimana lokasinya ditunjukkan pada Gambar 11.



Gambar 11. Lokasi sumur bor petani

Masing-masing hasil perhitungan dengan metode bola dan metode lempeng miring dihitung nilai penyimpangannya terhadap kedalaman sumur bor petani yang mempresentasikan posisi kedalaman keberadaan air tanah. Perbandingan hasil penentuan keberadaan benda anomali dengan kedalaman sumur bor petani yang ditunjukkan dengan nilai penyimpangan diberikan dalam berikut.

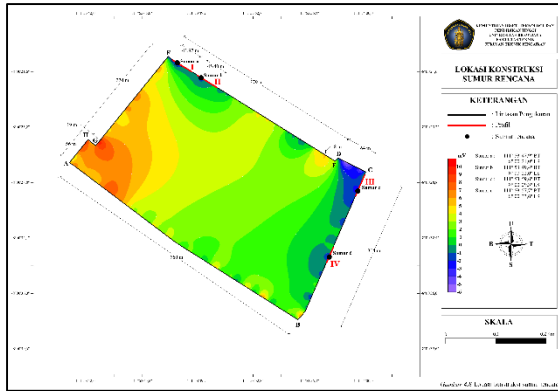
Tabel 2. Hasil perbandingan Metode Bola dan Metode Lempeng Miring dengan sumur bor petani

Profil	Metode Bola	Metode Lempeng Miring			Sumur Bor Petani (Tolak Ukur)		Penyimpangan (%)	
	h(m)	h (m)	H (m)	Median (m)	No.	Kedalaman (m)	Metode Bola	Metode Lempeng Miring
I	9,70	21,99	26,22	24,10	1	18,26	46,88	31,99
II	19,42	20,16	25,21	22,69	1	18,26	6,36	24,26
III	-	20,77	25,06	22,91	2	26,70	-	14,19
IV	-	21,05	22,68	21,86	2	26,70	-	18,11

Berdasarkan tabel perbandingan di atas, pada profil I didapatkan bahwa parameter pada metode lempeng miring memiliki nilai simpangan lebih kecil daripada metode bola, sedangkan pada profil II parameter pada metode lempeng miring memiliki nilai simpangan yang lebih besar daripada metode bola. Untuk profil III dan IV hanya digunakan metode lempeng miring saja, karena berdasarkan perhitungan dengan metode bola tidak didapatkan nilai parameter h. Dengan demikian, secara umum metode lempeng miring lebih sesuai untuk digunakan pada lokasi penelitian daripada metode bola. Metode lempeng miring juga memiliki kelebihan dapat menunjukkan batas atas dan batas bawah keberadaan benda anomali yang dipresentasikan berdasarkan nilai h dan H yang sangat dibutuhkan untuk perencanaan sumur produksi dalam kaitannya dengan pemasangan pipa *screen*.

Pemanfaatan Hasil Penyelidikan

Hasil penyelidikan potensi air tanah dengan menggunakan metode potensial diri di lokasi penelitian digunakan sebagai dasar untuk merencanakan konstruksi sumur pada lokasi yang diduga sebagai sumber anomali (potensi air tanah). Berdasarkan nilai h dan H hasil perhitungan dengan metode lempeng miring direncanakan 4 alternatif konstruksi sumur pada profil (I, II, III dan IV) untuk keperluan irigasi pada area persawahan di lokasi penelitian. Lokasi konstruksi sumur yang direncanakan berada pada satu titik di sepanjang masing-masing profil (Gambar 12).



Gambar 12. Lokasi konstruksi sumur rencana
Posisi sumur rencana ditunjukkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 3. Koordinat lokasi konstruksi sumur

Sumur Rencana	Koordinat Titik	
	BT	LS
Sumur a pada profil I	111° 53' 47,9"	8° 00' 21,0"
Sumur b pada profil II	111° 53' 49,4"	8° 00' 22,0"
Sumur c pada profil III	111° 53' 59,6"	8° 00' 29,3"
Sumur d pada profil IV	111° 53' 57,7"	8° 00' 33,6"

Nilai parameter h dan H yang dihasilkan dari perhitungan dengan metode lempeng miring diduga sebagai batas lapisan akuifer. Ketika dilakukan pemboran sampai pada kedalaman lapisan akuifer tersebut, air yang keluar dari akuifer akan mengisi sumur dan muka air tanahnya akan naik setara (identik) dengan muka air tanah dangkal di sekitarnya. Dimana muka air tanah pada sumur bor petani di sekitar area lokasi penelitian berada pada kedalaman < 5 meter. Referensi spesifikasi pompa yang dapat dipakai ditunjukkan dalam Tabel 4 dibawah ini.

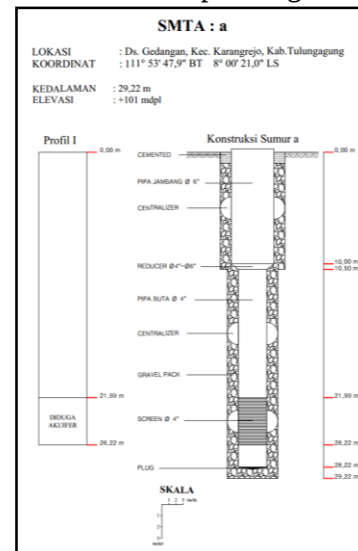
Tabel 4. Spesifikasi pompa

Sumur Rencana	H	Spesifikasi Pompa					
		Model	Tinggi hisap	Tinggi total	Tenaga maksimal	Berat kering	Debit pompa (m ³ /h) (l/dt)
a	26,22 m	WP30X	8 m	28 m	5.5HP/4000rpm	26 kg	60
b	25,21 m						
c	25,06 m						
d	22,68 m						

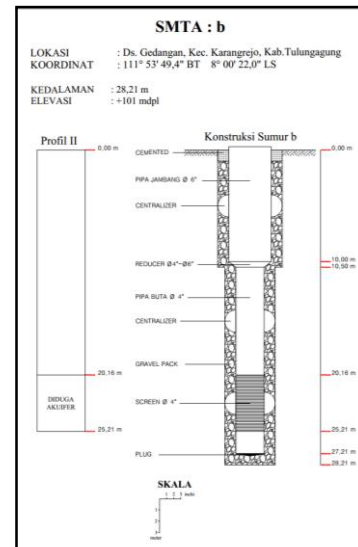
Sumber: pompa air milik petani yang digunakan di lokasi penelitian

Nilai h dan H juga dipakai dalam perencanaan konstruksi sumur guna menentukan kedalaman sumur dan panjang *screen* (saringan). Kedalaman sumur ditentukan dengan melihat batas bawah akuifer (H), sedangkan panjang pipa *screen* (saringan) dihitung berdasarkan ketebalan akuifer ($H-h$). Diameter sumur disesuaikan dengan konstruksi sumur menengah sebagaimana yang umum digunakan untuk pembuatan konstruksi sumur yang dilakukan oleh instansi Pendayagunaan Air Tanah SNVT PIPA Brantas, BBWS Brantas. Perencanaan konstruksi sumur pada

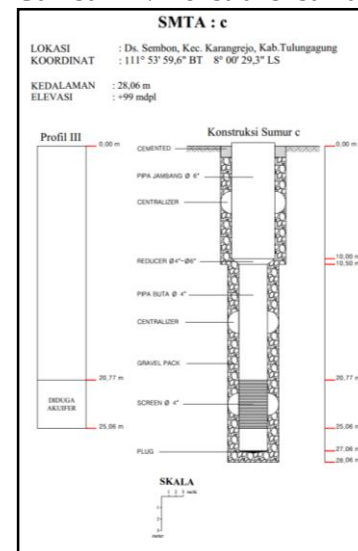
profil I, II, III dan IV ditunjukkan dalam Gambar 13 sampai dengan Gambar 16.



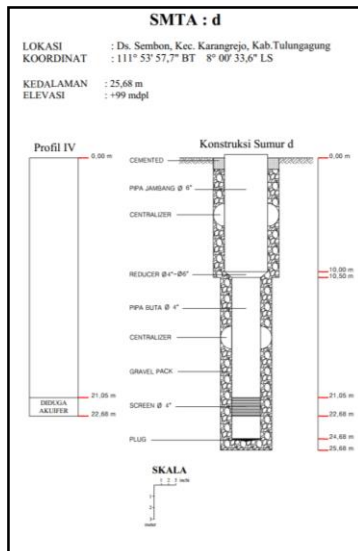
Gambar 13. Konstruksi sumur a



Gambar 14. Konstruksi sumur b



Gambar 15. Konstruksi sumur c



Gambar 16. Konstruksi sumur d

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai beda potensial terkoreksi pada lintasan 1 (-2,80 mV sampai 2,06 mV), lintasan 2 (-6,36 mV sampai 6,10 mV), lintasan 3 (-0,74 sampai 8,48 mV) dan lintasan 4 (-1,68 mV sampai 10,26 mV). Nilai maksimum 10,26 mV, nilai minimum -6,36 mV, dan nilai rata-ratanya 2,14 mV.
2. Berdasarkan peta kontur isopotensial yang telah dibuat dapat diinterpretasikan bahwa zona anomali potensial negatif ditemukan di kawasan Utara dan Timur pada lokasi penelitian. Hal ini mengindikasikan kemungkinan terjadinya akumulasi potensi air tanah dari bagian Barat menuju ke Utara dan Timur.
3. Kedalaman benda anomali yang diduga sebagai potensi air tanah pada profil I (21,99 sampai 26,22 m), profil II (20,16 sampai 25,21 m), profil III (20,77 sampai 25,06 m), dan profil IV (21,05 sampai 22,68 m).
4. Berdasarkan hasil penyelidikan potensi air tanah dengan metode potensial diri dapat direncanakan 4 alternatif lokasi dan konstruksi sumur, yaitu sumur a (kedalaman konstruksi 29,22 m, posisi screen pada kedalaman 21,99 m – 26,22 m) pada koordinat 8° 0' 21,0" LS dan 111° 53' 47,9" BT, sumur b (kedalaman konstruksi 28,21 m, posisi screen pada kedalaman 21,99 m – 26,22 m) pada koordinat 8° 0'

22,0" LS dan 111° 53' 49,4" BT, sumur c (kedalaman konstruksi 28,06 m, posisi screen pada kedalaman 20,77 m – 25,06 m) pada koordinat 8° 0' 29,3" LS dan 111° 53' 59,6" BT, sumur d (kedalaman konstruksi 25,68 m, posisi screen pada kedalaman 21,05 m – 22,68 m) pada koordinat 8° 0' 33,6" LS dan 111° 53' 57,7" BT.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan kepada para petani dan masyarakat sekitar apabila ingin mencari sumber air tanah di lokasi tersebut, terdapat 4 alternatif lokasi pemboran yaitu lokasi a (kedalaman potensi air tanah 21,99 m – 26,22 m) pada koordinat 8° 0' 21,0" LS dan 111° 53' 47,9" BT, lokasi b (kedalaman potensi air tanah 20,16 m – 25,21 m) pada koordinat 8° 0' 22,0" LS dan 111° 53' 49,4" BT, lokasi c (kedalaman potensi air tanah 20,77 m – 25,06 m) pada koordinat 8° 0' 29,3" LS dan 111° 53' 59,6" BT, dan lokasi d (kedalaman potensi air tanah 21,05 m – 22,68 m) pada koordinat 8° 0' 33,6" LS dan 111° 53' 57,7" BT.

DAFTAR PUSTAKA

- de Witte, L. (1948). A New Method of Interpretation of Self-Potential Field Data. *Society Of Exploration Geophysicists (SEG)*, 13(4):600-608.
- Handbook FIELD CAMP SEG UGM-SC. (2016). *9 Metode Geofisika*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Pranita, F.M., Diantoro, M., & Indriawan, B. (2014). Pemetaan Permukaan Bawah Tanah Di Taman Perpustakaan Universitas Negeri Malang Dengan Metode Geolistrik Potensial Diri. *Jurnal Online Universitas Negeri Malang*, 03(01).
- Reynold, J. M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. Chicester: John Wiley & Sons. Ltd.
- Sehah & Raharjo, S.A. (2011). *Survei Metode Self Potential Menggunakan Elektroda Pot Berpori Untuk Mendeteksi Aliran Fluida Panas Bawah Permukaan Di Kawasan Baturaden, Banyumas, Jawa Tengah*. *Jurnal Fisika FLUX*, 08(01):7 – 21.
- Telford, W. M., Geldart, L. P. & Sheriff, R. E. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge: The Press Syndicate of University of Cambridge.