

Pemetaan Penyebaran Pola Akuifer dengan Metode Resistivitas *Sounding* Konfigurasi Schlumberger di Daerah Dayu Gondangrejo Karanganyar

Bugar Ashari, Darsono, Darmanto

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret
bugar_ashari@yahoo.com

Received 17-04-2013, Revised 15-10-2013, Accepted 12-11-2013, Published 30-04-2014

ABSTRACT

The research on ground water survey by using geo-electric method Schlumberger was conducted at Dayu Village, Gondangrejo, Karanganyar. Geo-electric is one of the geo-physics method which learned about electrical current in or on the earth surface. The equipment used includes resistivitymeter, GPS (Global Position System), roll meter, hammer, electrodes, and cables. The purpose of this research is to determine the spread pattern of the aquifer, groundwater potential, the thickness and depth of the aquifer at Dayu Village. The thickness of the shallow aquifer in the area of Dayu is between 3 m to 12 m with a depth of less than 30 m, while the deep aquifer is having a depth of more than 30 m with thickness between 68.5 m up to more than 165.7m. There is a degradation of aquifer pattern from Jambu Village (West) to Mulyorejo Village (East). Inversely, we found an increase from Tanjung Lor Village (North) to Watudakon Village (south). Shallow aquifer that potentially contain much groundwater sources located in the village of Tanjung Kidul, Mulyorejo, Jambu, Kedung Ulo and Tanjung Lor. For deep aquifer ispotentially found at Pucung village and Kedung Ulo village.

Keyword : aquifer, Schlumberger configuration, ground water, resistivity, Dayu village

ABSTRAK

Penelitian tentang pencarian air tanah menggunakan metode geolistrik konfigurasi Schlumberger telah dilakukan di Desa Dayu, Gondangrejo, Karanganyar. Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi maupun di permukaan bumi. Peralatan yang digunakan antara lain resistivitymeter, GPS (*Global Position System*), roll meter, palu, elektroda dan kabel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penyebaran pola akuifer, potensi air tanah, ketebalan dan kedalaman akuifer di Desa Dayu. Ketebalan akuifer dangkal pada Daerah Dayu antara 3 m hingga 12 m dengan kedalaman kurang dari 30 m dan akuifer dalam berada pada kedalaman lebih dari 30 m dengan ketebalan dari 68,5 m hingga lebih dari 165,7 m. Pola akuifer yang terbentuk dari Dusun Jambu (Barat) hingga Dusun Mulyorejo (Timur) terjadi penurunan dan dari Dusun Tanjung Lor (Utara) hingga Dusun Watudakon (Selatan) terjadi kenaikan. Akuifer dangkal yang berpotensi mengandung banyak sumber air tanah terletak di Dusun Tanjung Kidul, Mulyorejo, Jambu, Kedung Ulo dan Tanjung Lor. Untuk akuifer dalam daerah yang berpotensi pada Dusun Pucung dan Dusun Kedung Ulo.

Kata kunci : akuifer, konfigurasi schlumberger, air tanah, resistivitas, desa Dayu

PENDAHULUAN

Penelitian survei air tanah telah banyak dilakukan dengan menggunakan metode geolistrik. Salah satu penggunaan survei geolistrik dalam pencarian air tanah telah dilakukan untuk pembuatan sumur dalam untuk pemenuhan kebutuhan air bersih di daerah Plesungan Kecamatan Gondangrejo oleh Isnarno pada tahun 2008^[1]. Salah satu cara pada metode geolistrik untuk mengetahui adanya akuifer didalam tanah adalah dengan metode tahanan jenis (*resistivity method*). Survei geolistrik vertikal (*sounding*) dimaksudkan untuk menduga ketebalan lapisan yang mengandung air^[2] dengan pengukuran secara fisik pada atau didalam permukaan tanah^[3]. Prinsip dari metode geolistrik adalah dengan mengalirkan arus listrik DC (*Direct Current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Semakin besar jarak elektroda arus maka arus listrik dapat menembus lapisan tanah lebih dalam.

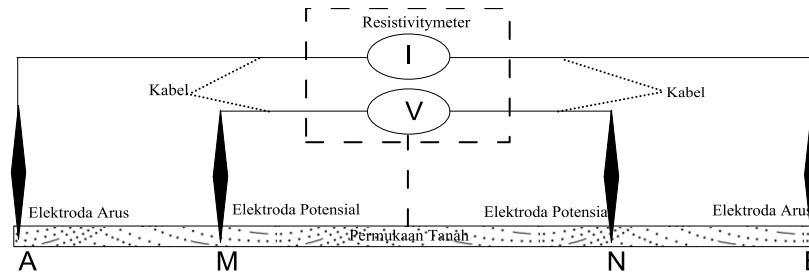
Penelitian survei air tanah untuk pemetaan pola akuifer dilakukan di Daerah Dayu Kecamatan Gondangrejo Kabupaten Karanganyar. Berdasarkan peta geologi daerah penelitian terdiri dari duaformasi batuan penyusun. Batuan penyusun di daerah tersebut berupa Formasi Notopuro (Qpn) dan Formasi Kabuh (Qpk). Formasi Notopuro pada bagian atas memiliki susunan batuan berupa perselingan tuf dengan batupasir tufan sedangkan bagian bawah memiliki susunan berupa batuan breksi lahar. Sedangkan untuk Formasi Kabuh memiliki susunan batuan pada bagian atas berupa perselingan konglomerat, batupasir tufan dan tuf untuk bagian bawah memiliki susunan berupa batuan lensa kalsidurit. Suatu daerah menggunakan air hanya untuk kepentingan pemenuhan kebutuhan rumah tangga^[4]. Ada atau tidak adanya air tanah pada suatu daerah tergantung pada lapisan batuan yang mengandung air tanah^[5].

Indonesia yang terletak di daerah tropis merupakan negara yang mempunyai ketersediaan air yang cukup. Namun secara ilmiah Indonesia menghadapi kendala dalam memenuhi kebutuhan air karena distribusi yang tidak merata, sehingga air yang dapat disediakan akan selalu sesuai dengan kebutuhan, baik dalam jumlah maupun mutu. Penyediaan air bersih disuatu daerah mutlak dilakukan baik saat ini maupun saat mendatang^[6]. Air merupakan sumber kehidupan yang sangat penting bagi makhluk hidup. Penggunaan sumber air tak lepas dalam penggunaan kebutuhan setiap hari. Penggunaan sumber air salah satunya sebagai air minum, sebagai pembangkit listrik, sebagai pengairan lahan pertanian dan masih banyak lagi penggunaan air. Masyarakat di negara-negara berkembang mengalami penurunan kualitas kesehatan akibat kesulitan air bersih. Selain dikarenakan oleh faktor-faktor alam (curah hujan, kemiringan lereng serta derajat porositas dan permeabilitas batuan penyusun) besar kecilnya ketersediaan air tanah juga sangat tergantung dari laju pengambilannya, terutama untuk berbagai keperluan kehidupan^[5]. Sistem air jenuh adalah air bawah tanah yang terdapat pada suatu lapisan batuan dan berada pada suatu cekungan air tanah. Sistem ini dipengaruhi oleh kondisi geologi, hidrogeologi dan gaya tektonik serta struktur bumi yang membentuk cekungan air tanah tersebut. Air ini dapat tersimpan dan mengalir pada lapisan batuan yang dikenal dengan akuifer^[7].

Metode tahanan jenis dapat mengetahui nilai resistivitas batuan yang nantinya digunakan sebagai penentuan kedalaman akuifer dangkal dan akuifer dalam. Dengan data yang diperoleh pada tiap titik *sounding* dan mengkorelasikan dengan titik *sounding* yang lain sehingga akan terbentuk pola akuifer pada daerah tersebut. Dengan mengetahui pola kedalaman akuifer pada tiap titik datum sehingga didapatkan penyebaran serta pemetaan pola akuifer. Penelitian ini dimaksudkan untuk memudahkan memperoleh sumber air dan dapat memudahkan dalam memperoleh sumber air yang melimpah.

METODE

Pada penelitian ini digunakan beberapa peralatan sebagai berikut resistivitymeter OYO model 2119C digital McOHM-EL, *power supply (accu 12V)*, GPS (*Global Positioning System*), elektroda sebanyak 4 buah, *tools kit* dan kabel penghubung dengan panjang 400 m sebanyak 2 buah, martil atau palu sebanyak 4 buah untuk membantu menancapkan elektroda, HT (*Handy Talky*) yang digunakan sebagai alat bantu komunikasi antara operator resistivitymeter dengan operator elektroda-elektroda digunakan sebanyak 4 buah, multimeter sebanyak 1 buah untuk memeriksa hubungan antara instrumen resistivitymeter dengan elektroda-elektroda dan alat hitung serta pengarsipan data (kalkulator, lembar tabel data, kertas bilog dan alat tulis).



Gambar 1. Konfigurasi Schlumberger

Pada Gambar 1, elektroda A dan B akan dialirkan arus sedangkan nilai beda potensial ΔV diukur dari elektroda M dan N. Pada konfigurasi Schlumberger idealnya jarak MN dibuat sekecil-kecilnya, sehingga jarak MN secara teoritis tidak berubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak AB sudah relatif besar maka jarak MN hendaknya dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak AB. Prinsip konfigurasi Schlumberger, jarak antara elektroda potensial MN dibuat tetap sedangkan jarak AB yang berubah-ubah. Ketika jarak AB berubah pada jarak relatif lebih besar maka jarak MN juga berubah. Perubahan jarak MN tidak lebih besar dari 1/5 jarak AB. Besar nilai resistivitas dapat dihitung dari persamaan sebagai berikut^[8]:

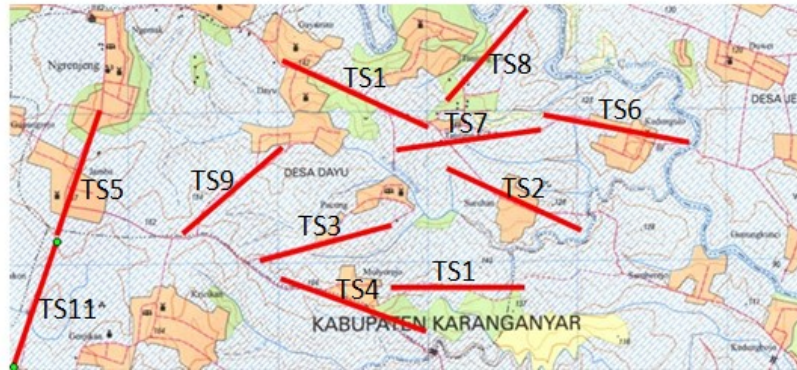
$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \tag{1}$$

- Dimana
- ρ = resistivitas (Ωm)
 - K = faktor geometri (meter)
 - ΔV = beda potensial (volt)
 - I = arus listrik (ampere)

Besarnya nilai K ditentukan berdasarkan metode konfigurasi yang dipakai. Metode Schlumberger memiliki nilai K sebagai berikut^[8]:

$$K = \pi \frac{\left[\left(\frac{AB}{2} \right)^2 - \left(\frac{MN}{2} \right)^2 \right]}{2 \left(\frac{MN}{2} \right)} \tag{2}$$

- Dengan
- ρ = Nilai resistivitas (Ωm)
 - K = Faktor Geometri
 - V = Tegangan (mV)
 - I = Arus (mA)
 - AB = Jarak elektroda arus (m)
 - MN = Jarak elektroda potensial (m)



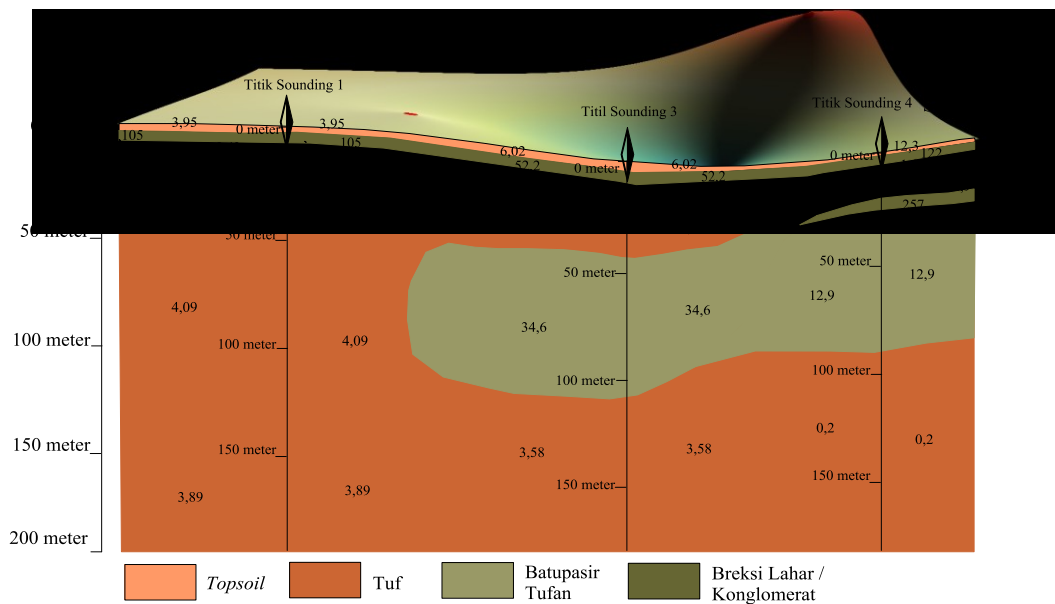
Gambar 2. (color online) Lokasi pengambilan titik sounding

Lokasi pengambilan data terletak pada koordinat S $07^{\circ}28'30,8''$ – $07^{\circ}29'13,1''$ dan B $110^{\circ}49'49,3''$ – $110^{\circ}51,75,1''$. Titik sounding dalam penelitian ini sebanyak 11 lokasi pengambilan data meliputi 9 dusun. Dusun lokasi pengambilan data meliputi Dsn. Tanjung Kidul, Dsn. Suruhan, Dsn. Pucung, Dsn. Mulyorejo, Dsn. Jambu, Dsn. Kedung Ulo, Tanjung Lor, Dsn. Dayu dan Dsn Watudakon. Dari hasil pengolahan data dengan pengoperasian *software IP2Win*, maka akan didapatkan jumlah lapisan, nilai resistivitas dan kedalaman setiap perlapisan. Hasil analisis pada suatu titik pendugaan apabila dikaitkan dengan titik pendugaan yang lain, maka akan dapat dipakai untuk memprediksi kedalaman akuifer di suatu wilayah dengan cara merekonstruksi atau interpolasi antara titik pendugaan. Selain itu juga digunakan *Software Surfer10* untuk pengolahan *contour* ketinggian dan persebaran berdasarkan nilai resistivitasnya. Dengan memasukkan nilai koordinat sebagai nilai x dan y sedangkan nilai z berdasarkan hal yang akan dipetakan maka akan mendapatkan pemetaan berupa kondisi *surface*, ketinggian, *contour* dan lain lain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 3 merupakan penampang 2 dimensi antara titik sounding 1, 3 dan 4. Titik sounding 1 merupakan Dusun Tanjung Kidul, titik sounding 3 adalah daerah Dusun Pucung dan titik sounding 4 merupakan daerah Mulyorejo. Penampang 2 dimensi membentang dari arah Utara hingga Selatan pada titik pengambilan data.

Gambar 3, merupakan hubungan antara titik sounding 1, 3 dan 4 untuk mengetahui pola persebaran akuifer. Penampang diatas mengarah dari titik Sounding 1 (arah utara) ke titik sounding 4 (arah selatan). Titik sounding 1 diperkirakan akuifer dangkal pada kedalaman 6 - 14 m dengan nilai resistivitas sebesar $114 \Omega\text{m}$ dimana elevasi pada titik sounding 1 sebesar 148 m. Akuifer dangkal terjadi penurunan menuju kelokasi titik sounding 3. Titik sounding 3 diperkirakan kedalaman akuifer dangkal sekitar 43,6 - 118 m dengan nilai resistivitas sebesar $74,4 \Omega\text{m}$ dimana elevasi pada titik sounding 3 sebesar 140 m. Akuifer dangkal tersebut kembali terjadi kenaikan menuju titik sounding 4. Titik sounding 4 diperkirakan kedalaman akuifer dangkal berkisar 17,8 – 21,9 m dengan nilai resistivitas sebesar $114 \Omega\text{m}$ dimana elevasi titik sounding 4 sebesar 156 m.



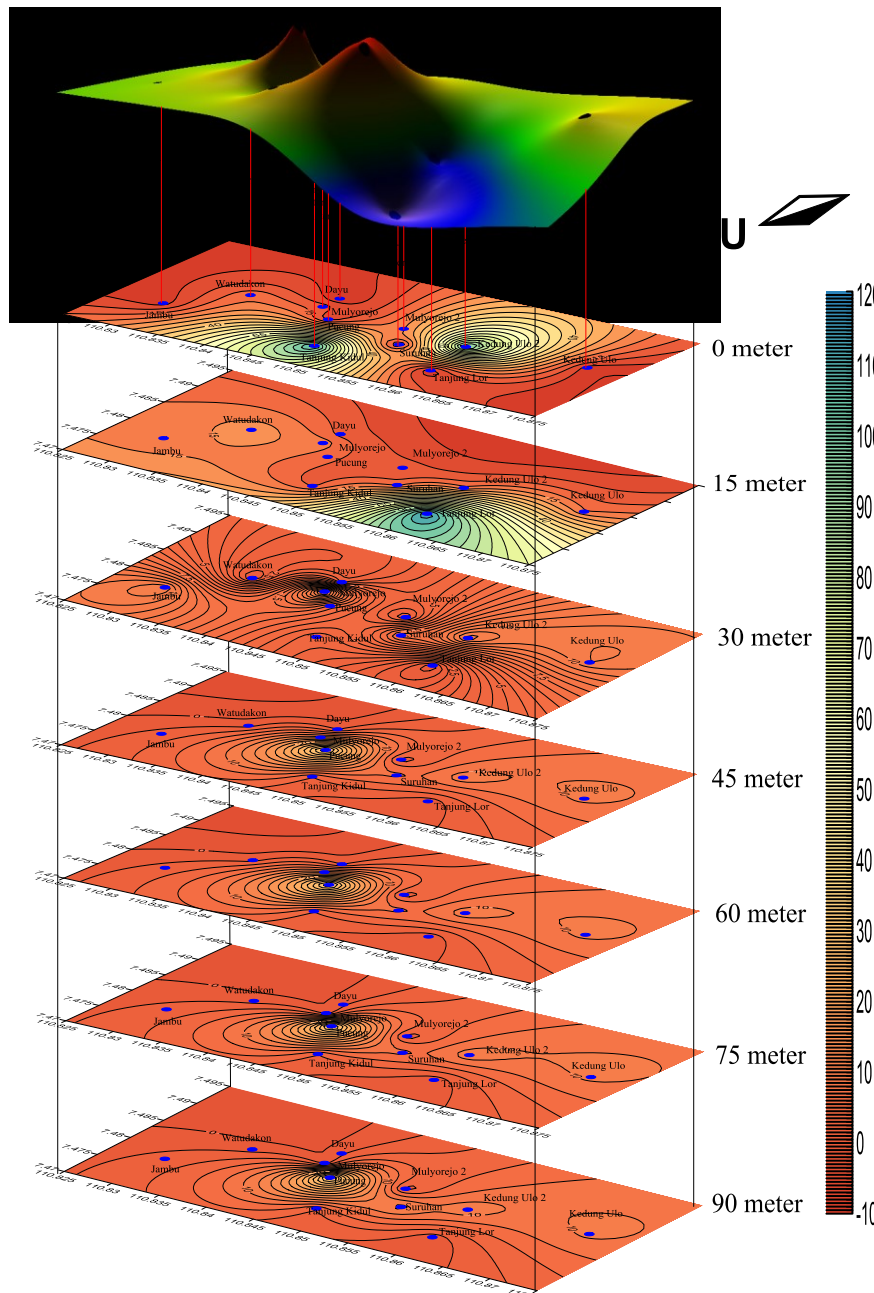
Gambar 3. (color online) Penampang 2 dimensi titik sounding 1, 3 dan 4

Akuifer dalam pada titik *sounding* 3 pada kedalaman 197 m dengan nilai resistivitas sebesar 253 Ωm. Ketebalan akuifer pada titik sounding 3 sebesar lebih dari 3 m. Pola akuifer mengalami kenaikan mengarah pada titik *sounding* 4. Dengan ketebalan lapisan akuifer pada titik *sounding* 4 sebesar 68,5 m pada kedalaman 21,9 m hingga 90,4 m dengan nilai resistivitas sebesar 12,9 Ωm. Akuifer dalam terjadi kenaikan dari titik *sounding* 3 ke titik *sounding* 4 sedangkan pada titik *sounding* 1 tidak teridentifikasi akuifer dalam.

Pemetaan *contour* berdasarkan nilai resistivitas ini memiliki kedalaman dari permukaan hingga kedalaman 90 m. *Contour* persebaran berdasarkan nilai resistivitas memiliki rentang 15 meter. Pemetaan ini menggunakan *software* *Surfer 10* dengan memasukkan nilai koordinat dan resistivitas daerah tersebut. Pemetaan ini dilakukan menyeliputi seluruh titik *sounding* di daerah penelitian. Pada *software* *Surfer 10* dengan memasukkan nilai koordinat Lintang Selatan sebagai nilai sumbu y, nilai koordinat Bujur Timur sebagai nilai sumbu x dan nilai resistivitas batuan sebagai nilai sumbu z maka akan didapatkan pemetaan *contour* nilai resistivitas daerah tersebut. Pemetaan *contour* resistivitas diambil dari titik dengan nilai elevasi terendah sebagai nilai 0 meter secara vertikal. Kedalaman pemetaan *contour* resistivitas dari 0 m, 15 m, 30 m, 45 m, 60 m, 75 m dan 90 m.

Kedalaman 0 m diambil dari titik *sounding* yang memiliki nilai elevasi paling rendah. Pada kedalaman 0 m daerah yang lebih berpotensi terdapat air tanah berada pada daerah titik *sounding* 1, 4, 7, 10 dan 11 yaitu Tanjung Kidul, Mulyorejo, Kedung Ulo 2, Mulyorejo 2 dan Watudakon. Nilai resistivitas pada daerah tersebut berturut-turut 114 Ωm, 12,9 Ωm, 105 Ωm, 24,4 Ωm dan 18,9 Ωm. Batuan tuf tersebar pada daerah Suruhan, Pucung, Jambu, Kedung Ulo, Tanjung Lor dan Dayu. Daerah yang memiliki distribusi batuan tuf nilai resistivitasnya antara 0,9 Ωm hingga 8,4 Ωm. Pada daerah Tanjung Kidul potensi air tanah pada kedalaman 15 m hingga 90 m mempunyai potensi air yang kecil. Susunan batuan di daerah Tanjung Kidul pada kedalaman 15 m hingga 90 m berupa batuan tuf dengan nilai resistivitas batuan sebesar 4,09 Ωm. Pada titik *sounding* 2 yang berada di Dusun Suruhan potensi air tanah yang terkandung pada lokasi tersebut tergolong kecil. Pada titik *sounding* 2 nilai resistivitas batuan pada kedalaman 15 m hingga 75 m sebesar 8,4 Ωm dengan batuan penyusunnya berupa batuan tuf. Potensi air tanah pada daerah Suruhan berpotensi lebih besar pada

kedalaman 90 m dengan nilai resistivitas batuan sebesar 12,85 Ωm dengan formasi batuan berupa batupasir tufan.



Gambar 4. (color online) Pemetaan penampang *countur* nilai resistivitas batuan

Pada titik *sounding* 3 yang berada di Dusun Pucung dari kedalaman 15 m hingga 30 m memiliki potensi air tanah yang kecil dengan nilai resistivitas sebesar 8,4 Ωm batuan penyusunnya berupa batuan tuf. Pada kedalaman 45 m hingga 90 m pada daerah Pucung memiliki potensi air tanah yang cukup besar dengan nilai resistivitas sebesar 34,6 Ωm batuan penyusunnya berupa batupasir tufan. Pada titik *sounding* 4 yang berada di daerah Mulyorejo pada kedalaman 15 m hingga 60 m potensi air tanah yang terkandung cukup besar dengan nilai resistivitas sebesar 12,9 Ωm batuan penyusunnya berupa batupasir tufan. Pada

kedalaman 75 m hingga 90 m pada daerah pucung memiliki potensi tanah yang kecil dengan nilai resistivitas yang dimiliki sebesar $0,2 \Omega\text{m}$ batuan penyusunnya berupa batuan tuf.

Pada titik *sounding* 5 di daerah Jambu pada kedalaman 15 m hingga 30 m memiliki potensi air tanah yang cukup besar dengan nilai resistivitas batuan sebesar $11 \Omega\text{m}$ batuan penyusunnya berupa batu pasir tufan. Pada kedalaman 45 hingga 90 m pada daerah Jambu memiliki potensi air tanah yang cukup kecil dengan nilai resistivitas batuan sebesar $2,76 \Omega\text{m}$ batuan penyusunnya berupa batuan tuf. Pada titik *sounding* 6 dan 7 di daerah Kedung Ulo pada kedalaman 15 m hingga 90 m memiliki potensi air yang cukup besar dengan nilai resistivitas batuan sebesar $10,5 \Omega\text{m} - 11,4 \Omega\text{m}$. Pada kedalaman 15 m hingga 90 m di daerah Kedung Ulo batuan penyusunnya didominasi dengan batupasir tufan. Pada titik *sounding* 8 di daerah Tanjung Lor dengan kedalaman 15 m batuan penyusunnya berupa batu konglomerat dengan nilai resistivitas batuan sebesar $120 \Omega\text{m}$. Pada kedalaman 30 m hingga 90 m di daerah Tanjung Lor memiliki batuan penyusunnya berupa batuan tuf dengan nilai resistivitas batuan sebesar $0,6 \Omega\text{m}$, potensi air tanah yang terkandung sangat kecil. Pada titik *sounding* 9, 10 dan 11 berturut turut pada daerah Dayu, Mulyorejo dan Watudakon.

Daerah penelitian yang berpotensi besar terdapat sumber air tanah pada kedalaman kurang dari 30 m terdapat pada Dusun Tanjung Kidul, Mulyorejo, Jambu, Kedung Ulo, Tanjung Lor dan Watudakon dominasi batuan penyusunnya berupa breksi lahar, konglomerat dan batupasir tufan. Pada kedalaman lebih dari 30 m daerah yang berpotensi terdapat kandungan air tanah terdapat pada daerah Pucung, Jambu dan Kedung Ulo dominasi batuan penyusunnya berupa batupasir tufan. Pada kedalaman 30 m hingga 90 m batuan yang mendominasi berupa batuan tuf.

KESIMPULAN

Dari penelitian pemetaan pola akuifer di daerah Dayu Kecamatan Gondangrejo Kabupaten Karanganyar dapat disimpulkan bahwa ketebalan akuifer dangkal pada Daerah Dayu sebagian besar antara 3 m hingga 12 m dengan kedalaman kurang dari 30 m dan akuifer dalam berada pada kedalaman lebih dari 30 m dengan ketebalan dari 68,5 m hingga lebih dari 165,7 m. Pola akuifer yang terbentuk dari Dusun Jambu (Barat) hingga Dusun Mulyorejo (Timur) terjadi penurunan dan dari Dusun Tanjung Lor (Utara) hingga Dusun Watudakon (Selatan) terjadi kenaikan. Untuk lokasi penelitian yang akuifer dangkal yang berpotensi lebih besar mengandung banyak sumber air tanah terletak di Dusun Tanjung Kidul, Mulyorejo, Jambu, Kedung Ulo dan Tanjung Lor. Untuk akuifer dalam daerah yang berpotensi menyimpan air tanah dalam pada Dusun Pucung dan Dusun Kedung Ulo.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 Isnarno. 2008. Pembuatan Sumur Dalam Guna Memenuhi Kebutuhan Air Bersih (Study Kasus Ds Plesungan Kec. Gondangrejo Kab. Karanganyar). *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, Vol. 5.
- 2 Irjan. 2012. Pemetaan Potensi Air Tanah (Aquifer) Berdasarkan Intepretasi Data Resistivitas Wenner Sounding. *Journals Neutrino*, Vol. 4, No. 2.
- 3 Broto, S. dan Afifah, R.S. 2008. Pengolahan Data Geolistrik Dengan Metode Schlumberger. *Teknik UNDIP*, Vol. 29.
- 4 Mohd, N., Isa dan Aris, Z.A. 2012. Assessment on the Hydrogeochemistry of Kapas Island, Terengganu. *Sains Malaysiana*, Vol. 41, Hal. 23–32.

- 5 Purnama S., Suyono dan Sulaswono, B. 2006. Sistem Akuifer dan Potensi Air Tanah Daerah Aliran Sungai (DAS) Opak. *Forum Geografi*, Vol. 21, Hal. 111-122.
- 6 Waspodo, R.S.B. 2002. Investigasi Air Tanah Melalui Geolistrik di Dermaga, Bogor. *Buletin Keteknikan Pertanian*, Vol.16. No. 1.
- 7 Undang, M. dan Hadiran, M.S.D. 2006. Sebaran Akuifer dan Pola Aliran Air Tanah di Kecamatan Batu Ceper dan Kecamatan Benda Kota Tangerang Propinsi Banten. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 1, Hal. 115 – 128.
- 8 Telford W.M., Geldart, L.P. dan Sheriff, R.E. 1990. *Applied Geophysics*, Second Edition. England: Cambridge University Press.