



Identifikasi Lapisan Batuan Dasar Geoteknik dan Akuifer dengan Menggunakan Geolistrik *Schlumberger* untuk Pengembangan Peternakan *Closed House* Pt. Maju Makmur di Desa Surjo, Kecamatan Bawang, Kabupaten Batang, Jawa Tengah

Kholifah Rusdianti, Eddy Hartantyo

Universitas Gadjah Mada

Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

Kholifah.rusdianti@mail.ugm.ac.id

Intisari – *Akuifer adalah suatu lapisan batuan yang dapat menyimpan dan mengalirkan air. Untuk menunjang rencana pengembangan pembangunan 8 unit kandang berkapasitas 400.000 ekor ayam peternakan Closed House milik PT. Maju Makmur dilakukan survei geofisika untuk mengetahui kondisi bawah permukaan termasuk persebaran zona akuifer di daerah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis batuan penyusun struktur bawah permukaan berdasarkan nilai resistivitas di sekitar lokasi peternakan Closed House PT. Maju Makmur di Desa Surjo, Kecamatan Bawang, Kabupaten Batang, Jawa Tengah dengan menggunakan metode Geolistrik konfigurasi Schlumberger. Kondisi geologi daerah penelitian terletak pada formasi Gunungapi Jembangan yang litologinya didominasi oleh batuan Klastika Gunungapi dengan fragmen Lava Andesit matriks terlapukan. Hasil penelitian menunjukkan sistem akuifer yang berkembang di lokasi penelitian terdiri dari akuifer tak tertekan, semi tertekan dan tertekan. Pada lokasi penelitian ini terdapat akuifer dangkal (kedalaman ≤ 5 m) berada pada akuifer tak tertekan yang berada pada litologi Soil dan Lempung Berpasir pada kedalaman 0-5 m, dan akuifer dalam (kedalaman ≥ 5 m) berada pada akuifer tertekan yang berada pada litologi Pasir Berlempung pada kedalaman 5-41 m. Batuan dasar di lokasi penelitian ini berupa litologi Breksi Gunungapi diperkirakan pada kedalaman 17-61 m dan memiliki ketebalan 9-21 m.*

Kata Kunci: *Geolistrik, Resistivitas, Akuifer, Gunungapi Jembangan*

Abstract – *An aquifer is a layer of rock that can store and drain water. To support the development plan of developing 8 units of cages with a capacity of 400,000 chickens Closed House farm owned by PT. Maju Makmur conducted a geophysical survey to determine subsurface conditions including the distribution of aquifer zones in the study area. This study aims to determine the types of rocks that forming subsurface structures based on resistivity values around the Closed House PT. Maju Makmur in Surjo Village, Bawang District, Batang Regency, Central Java by using the Schlumberger configuration Geoelectric method. The geological condition of the study area lies in the Jembangan Volcano formation whose lithology is dominated by Klastika Volcanic rocks with weathered Andesite Lava fragments. The results showed that the aquifer system developed at the study site consisted of unconfined, semi-confined and confined aquifers. At this research site, shallow aquifers (≤ 5 m depth) reside in unconfined aquifers located in Soil and Sandy Clay lithology at 0-5 m depth, and deep aquifers (≥ 5 m depth) are in confined aquifers located in lithology Clay Sand at 5-41 m depth. The bedrock at this research site is in the form of volcanic breccia lithology estimated at depths of 17-61 m and has a thickness of 9-21 m.*

Keywords: *Geoelectric, Resistivity, Aquifer, Jembangan Volcano*

I. PENDAHULUAN

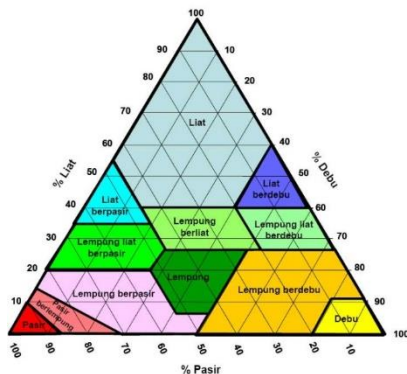
Besarnya curah hujan di suatu daerah dan air yang meresap ke dalam tanah mempengaruhi keberadaan air tanah. Kecamatan Bawang tempat dilakukan penelitian ini memiliki curah hujan $\pm 5,134$ mm tertinggi di Kabupaten Batang, Jawa Tengah pada Tahun 2017 (Jatengprov, 2017). Adanya curah hujan yang tinggi dapat menambah volume air di bawah permukaan bumi sehingga menjadi suatu ancaman bagi suatu bangunan apabila terdapat dalam skala yang besar. Volume air di bawah permukaan bumi tersebut dapat mengurangi kestabilan dan kekuatan sebuah bangunan. Curah hujan yang tinggi bisa membuat pelapukan suatu batuan terjadi lebih cepat sehingga dapat mempermudah pergerakan tanah dan mengancam suatu bangunan (Arham, dkk., 2017).

Penelitian ini dilakukan di Desa Surjo, Kecamatan Bawang, Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Morfologi di lokasi penelitian adalah perbukitan dan pegunungan yang berada pada ketinggian 600 – 2.500 m. Perencanaan pembangunan peternakan *Closed House* PT. Maju Makmur di lokasi penelitian membutuhkan perencanaan yang matang untuk meminimalisir resiko yang bisa terjadi akibat adanya akuifer air di bawah permukaan seperti amblesnya atau runtuhnya bangunan apabila pondasi bangunan di letakkan di zona akuifer karena dapat membuat bangunan memiliki kekuatan yang rendah (Alwan, dkk., 2010). Oleh karena itu, diperlukan survei geofisika untuk mengetahui kondisi bawah permukaan termasuk persebaran zona akuifer di daerah penelitian. Pengamatan menggunakan metode Geolistrik resistivitas ini dilakukan atas dasar sifat fisik batuan/tanah terhadap arus listrik. Setiap batuan yang berbeda akan mempunyai nilai resistivitas yang berbeda pula.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Tanah

Tanah adalah sekumpulan benda alam di permukaan bumi yang ditimbun seara horizontal terdiri dari campuran bahan mineral, bahan organik, air dan udara. Tanah juga merupakan media untuk tumbuhnya tanaman. Tanah mempunyai beberapa karakteristik yang terbagi dalam tiga kelompok antara lain sifat fisik, sifat kimia, dan sifat biologi. Sifat fisik tanah yang dapat ditentukan antara lain tekstur, permeabilitas, infiltrasi, warna, dll. Setiap jenis tanah memiliki sifat fisik yang berbeda-beda satu sama lain. Sifat fisik tanah juga dapat mempengaruhi sifat kimia dan biologi tanah. Tekstur tanah terdiri dari Liat, Pasir dan Debu (Hardjowigeno, 2007). Beberapa tekstur tanah juga dapat dilihat dalam Gambar 1 berikut,



Gambar 1. Segitiga Tekstur (USDA, 2015)

2.2 Tipe-tipe Akuifer

Akuifer merupakan kata yang berasal dari bahasa latin yang terdiri dari *aqui* atau *aqua* yang memiliki makna air, dan kata *ferre* yang maknanya membawa. Akuifer merupakan formasi batuan yang dapat menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah cukup (Todd, 1980). Jadi, akuifer adalah batuan yang memiliki kemampuan untuk menyimpan dan mengalirkan air dalam jumlah yang besar dan bersifat *permeable*. Sesuai dengan sifat dan lokasinya dalam siklus hidrologi, maka lapisan akuifer memiliki fungsi ganda antara lain media penampung dan media aliran. Akuifer dibagi menjadi empat macam antara lain:

a. Akuifer tak tertekan

Akuifer yang bagian atas akuifernya tidak tertutup oleh lapisan kedap air. Muka air tanah akuifer bebas merupakan bidang batas atas zona jenuh air.

b. Akuifer tertekan

Akuifer yang memiliki kondisi tanah tertekan di bawah tekanan yang lebih besar daripada tekanan atmosfer oleh suatu lapisan kedap air yang menutup akuifer.

c. Akuifer semi tertekan

Akuifer yang bagian atasnya *permeable* atau bagian bawahnya di bawah lapisan *semipermeable*.

d. Akuifer menggantung

Akuifer yang mengandung air tanah terpisah dari akuifer utamanya karena adanya lapisan kedap air yang begitu luas berada di atas zona jenuh air (Hendrayana, 1994).

2.3 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi yaitu sebuah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke Bumi dan kembali ke atmosfer melalui proses kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Proses sirkulasi atau peredaran air ini berlangsung terus menerus untuk menjaga keseimbangan alam yang dimana terjadi penguapan di seluruh permukaan bumi dari laut ke atmosfer dengan bantuan matahari. Sirkulasi air memiliki proses penguapan akibat perbedaan tekanan, uap air akan naik dan terkumpul jadi awan karena perbedaan suhu atau pendinginan dan tekanan serta adanya angin awan yang berkumpul akan menjadi berat dan akan jatuh berupa hujan akibat gaya gravitasi. Namun, hujan yang jatuh tidak mencapai permukaan Bumi diantaranya bagian dari hujan yang tertahan oleh tanaman, bangunan dan lain-lain disebut intersepsi. Bagian lainnya akan meresap masuk ke dalam tanah melewati permukaan tanah yang disebut infiltrasi. Kedalaman air yang masuk tanah tergantung pada sejumlah faktor yaitu jumlah air hujan, porositas tanah, jumlah vegetasi dan lapisan yang tidak dapat ditembus oleh air. Air yang ditahan oleh lapisan *Impermeable*. Air ini dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari.

2.4 Metode Geolistrik

Metode ini pertama kali digunakan oleh *Conrad Schlumberger* pada tahun 1912. Geolistrik resistivitas memanfaatkan sifat resistivitas listrik batuan untuk mendeteksi dan memetakan formasi bawah permukaan. Metode ini dilakukan melalui pengukuran beda potensial yang ditimbulkan akibat injeksi arus listrik ke dalam Bumi. Perbedaan potensial yang terukur merefleksikan keadaan di bawah permukaan Bumi.

Pada konfigurasi *Schlumberger* jarak elektroda arus (C_1 dan C_2) adalah AB, dan jarak elektroda potensial (P_1 dan

ρ_2) adalah MN. Nilai resistivitas yang terukur bukan merupakan nilai resistivitas yang sebenarnya, melainkan resistivitas semu (*apparent resistivity*). Konsep tahanan jenis semu menganggap medium dua lapis dengan nilai resistivitas berbeda (ρ_1 dan ρ_2) sebagai medium satu lapis homogen yang memiliki satu nilai resistivitas yaitu resistivitas semu (ρ_a). Berikut ini persamaan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut,

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} K \quad (1)$$

Dimana :

$$K = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \right\}^{-1}$$

Keterangan :

- K : Faktor Geometri
- ρ : Resistivitas (Ωm)
- ΔV : Beda potensial (volt)
- I : Kuat arus (ampere)

Konfigurasi *Schlumberger* yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan empat buah elektroda yaitu dua elektroda potensial dan dua elektroda arus yang disusun dalam satu garis lurus seperti pada Gambar 2 berikut ini,



Gambar 2. Konfigurasi *Schlumberger* (Telford, dkk., 1990)

Jarak masing-masing elektroda pada Gambar 2 dapat disederhanakan menjadi :

$$r_1 = (L - b) \text{ dan } r_2 = (L + b) \quad (3)$$

$$r_3 = (L + b) \text{ dan } r_4 = (L + b)$$

Dengan ,

$$L = AB/2 \text{ dan } L = MN/2 \quad (4)$$

Jarak masing-masing elektroda disubstitusikan ke persamaan (2), sehingga diperoleh harga K untuk konfigurasi *Schlumberger*, sebagai berikut :

$$K = \frac{\pi(L^2 - b^2)}{2b} \quad (5)$$

Berdasarkan harga K yang diperoleh pada persamaan (5), maka dapat dirumuskan nilai resistivitas semu (*apparent resistivity*) untuk konfigurasi *Schlumberger* yaitu :

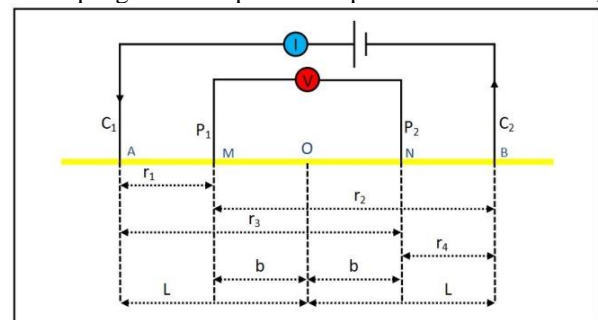
$$\rho_a = \frac{\pi(L^2 - b^2)}{2b} \left(\frac{\Delta V}{I} \right) \quad (6)$$

Konfigurasi ini mempunyai keunggulan dalam

kemampuan penetrasi arus yang lebih dalam yaitu 1/5 dari panjang lintasan dan kemampuan untuk mendeteksi lapisan non homogenitas batuan di bawah permukaan. Konfigurasi *Schlumberger* banyak digunakan untuk mengetahui karakteristik lapisan batuan dasar di bawah permukaan.

III. METODE PENELITIAN

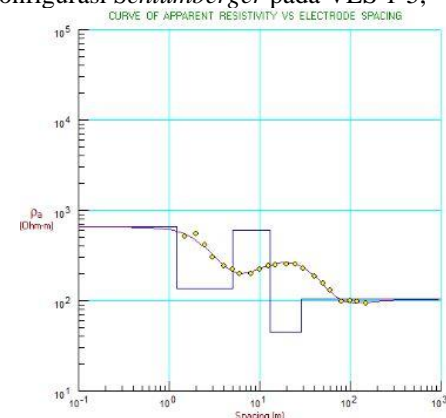
Penelitian dilakukan dengan melakukan akuisisi di lapangan pada tanggal 23 September 2019 yang berada di peternakan *Closed House* PT. Maju Makmur Dukuh Karangari Desa Surjo, Kecamatan Bawang, Kabupaten Batang, Jawa Tengah. Alat geolistrik yang digunakan adalah *Resistivitymeter* OYO Model 2115 McOHM. Pada penelitian ini dipilih konfigurasi *Schlumberger* karena metode ini memiliki detail vertikal yang baik untuk *Sounding* sehingga metode ini bisa memberikan informasi yang cukup terhadap nilai resistivitas fungsi kedalaman. Pengukuran dilakukan di lima titik. Setelah diperoleh data yang diperlukan, maka dilakukan pengolahan data geolistrik menggunakan *software PROGRESS*. *Software* ini dapat menentukan model resistivitas bawah permukaan dari data hasil survei geolistrik resistivitas. Setelah pengolahan menggunakan *software PROGRESS* selesai maka dilanjutkan dengan visualisasi data model 3D menggunakan *Software Rockworks 16* untuk mendapat model 3D area yang berpotensi akuifer. Peta realisasi pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3 berikut,



Gambar 3. Desain Lintasan Pengukuran

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

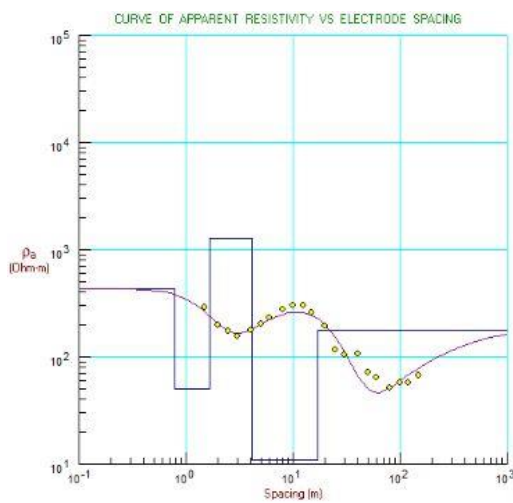
Berikut ini adalah hasil pengukuran metode Geolistrik konfigurasi *Schlumberger* pada VES 1-5,



Gambar 4. Hasil inversi titik VES 1

| Depth | | Rho (Ωm) | Litologi | Hidrogeologi |
|-------------|-----------|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| From (m) | To (m) | | | |
| 0 | 2 | 346.35 | Soil | Akuifer tak tertekan |
| 2 | 5 | 808.74 | Pasir | Akuifer |
| 5 | 20 | 180.69 | Pasir Berlempung | Akuifer tertekan |
| 20 | 40 | 17.34 | Pasir Berlempung | Akuifer tertekan |
| 40 | 60 | 70.97 | Breksi Gunungapi | Akuifer |

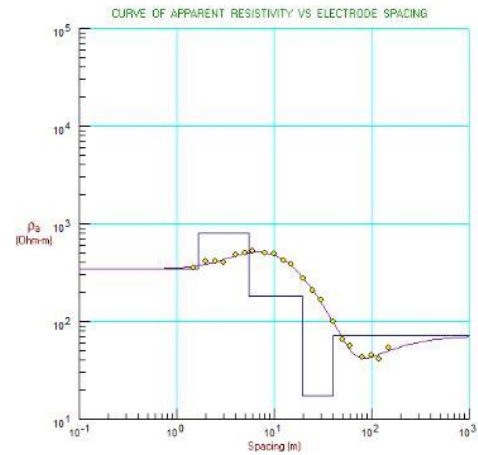
Tabel 1. Hasil Inversi VES 1



Gambar 5. Hasil inversi titik VES 2

Tabel 2. Hasil Inversi VES 2

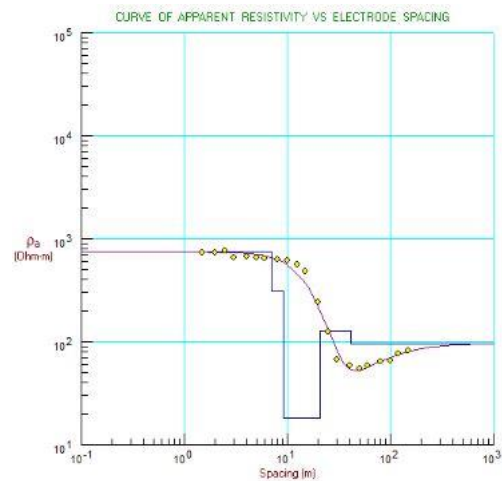
| Depth | | Rho (Ωm) | Litologi | Hidrogeologi |
|-------------|-----------|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| From (m) | To (m) | | | |
| 0 | 1 | 431.5 | Soil | Media Infiltrasi |
| 1 | 2 | 50.88 | Lempung Berpasir | Akuifer tak tertekan |
| 2 | 5 | 1277.07 | Pasir | Akuifer |
| 5 | 17 | 10.87 | Pasir Berlempung | Akuifer tertekan |
| 17 | 26 | 178 | Breksi Gunungapi | Akuifer |



Gambar 6. Hasil inversi titik VES 3

Tabel 3. Hasil Inversi VES 3

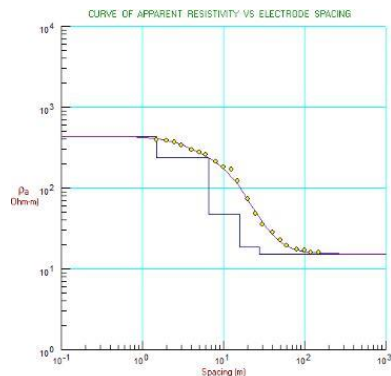
| Depth | | Rho (Ωm) | Litologi | Hidrogeologi |
|----------|--------|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| From (m) | To (m) | | | |
| 0 | 1 | 651 | Soil | Media Infiltrasi |
| 1 | 5 | 135.85 | Lempung Berpasir | Akuifer tak tertekan |
| 5 | 13 | 598.24 | Pasir | Akuifer |
| 13 | 29 | 44.83 | Pasir Berlempung | Akuifer tertekan |
| 29 | 43 | 103.71 | Breksi Gunungapi | Akuifer |



Gambar 7. Hasil inversi titik VES 4

Tabel 4. Hasil Inversi VES 4

| Depth | | Rho (Ωm) | Litologi | Hidrogeologi |
|-------------|-----------|-----------------------|---------------------|------------------|
| From (m) | To (m) | | | |
| 0 | 7 | 743.39 | Soil | Media Infiltrasi |
| 7 | 9 | 312.11 | Pasir | Akuitar |
| 9 | 20 | 18.18 | Pasir Berlempung | Akuifer tertekan |
| 20 | 40 | 128.75 | Breksi Gunungapi | Akuitar |
| 40 | 61 | 96.28 | Breksi Gunungapi | Akuitar |

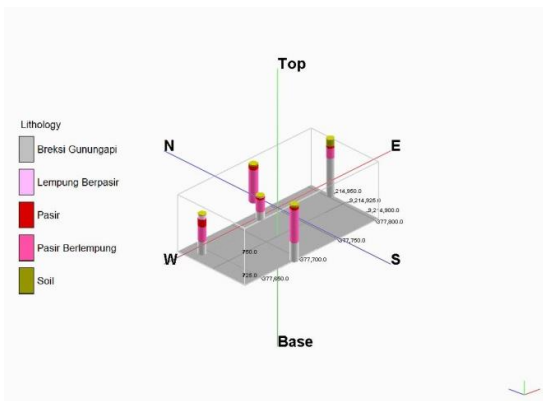


Gambar 8. Hasil inversi titik VES 5

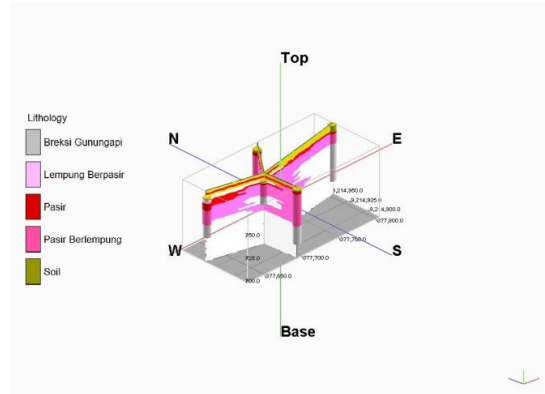
Tabel 5. Hasil Inversi VES 5

| Depth | | Rho (Ωm) | Litologi | Hidrogeologi |
|-------------|-----------|-----------------------|---------------------|----------------------|
| From (m) | To (m) | | | |
| 0 | 1 | 431.5 | Soil | Media Infiltrasi |
| 1 | 2 | 50.88 | Lempung Berpasir | Akuifer tak tertekan |
| 2 | 5 | 1277.07 | Pasir | Akuitar |
| 5 | 17 | 10.87 | Pasir Berlempung | Akuifer tertekan |
| 17 | 26 | 178 | Breksi Gunungapi | Akuitar |

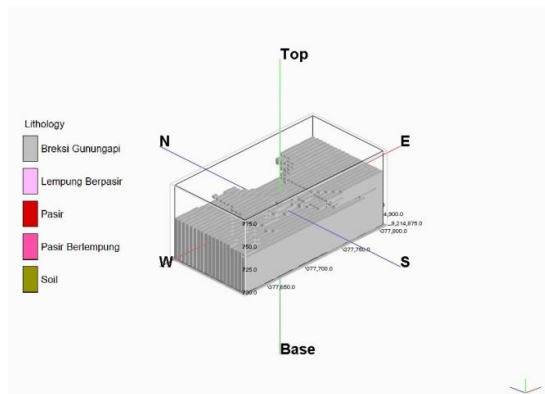
Dari hasil di atas kemudian dibuat model 3 dimensi menggunakan *software Rockworks 16* sebagai berikut :



Gambar 9. Multilog profil area penelitian



Gambar 10. Fence Diagram area penelitian



Gambar 11. Batuan Breksi Gunungapi yang diduga sebagai batuan dasar di area penelitian

Pada titik VES-1 keberadaan akuifer dangkal dengan jenis akuifer tak tertekan dengan litologi Lempung Berpasir yang memiliki nilai resistivitas 135.85 Ωm , terletak pada kedalaman 1-5 m dan keberadaan akuifer dalam dengan jenis akuifer tertekan dengan litologi Pasir Berlempung yang memiliki nilai resistivitas 44.83 Ωm , terletak pada kedalaman 13-29 m. Batuan dasar pada titik VES 1 terletak pada litologi Breksi Gunungapi yang memiliki nilai resistivitas 103.71 Ωm pada kedalaman 29-43 m.

Pada titik VES-2 keberadaan akuifer dangkal dengan jenis akuifer tak tertekan dengan litologi Lempung Berpasir yang memiliki nilai resistivitas 50.88 Ωm , terletak pada kedalaman 1-2 m dan keberadaan akuifer dalam dengan jenis akuifer tertekan dengan litologi Pasir Berlempung yang memiliki nilai resistivitas 10.87 Ωm , terletak pada kedalaman 5-17 m. Batuan dasar pada titik VES 2 terletak pada litologi Breksi Gunungapi yang memiliki nilai resistivitas 178 Ωm pada kedalaman 17-26 m.

Pada titik VES-3 keberadaan akuifer dangkal dengan jenis akuifer tak tertekan dengan litologi Soil yang memiliki nilai resistivitas 346.35 Ωm , terletak pada kedalaman 0-2 m dan keberadaan akuifer dalam dengan jenis akuifer tertekan dengan litologi Pasir Berlempung yang memiliki nilai resistivitas 180.69 Ωm dan 17.34 Ωm , terletak pada kedalaman 5-40 m. Batuan dasar pada titik VES 3 terletak pada litologi Breksi Gunungapi yang memiliki nilai resistivitas 70.97 Ωm pada kedalaman 40-60 m.

Pada titik VES-4 keberadaan akuifer dalam dengan jenis akuifer tertekan dengan litologi Pasir Berlempung yang memiliki nilai resistivitas 18.18 Ωm , terletak pada kedalaman

9-20 m. Batuan dasar pada titik VES 4 terletak pada litologi Breksi Gunungapi yang memiliki nilai resistivitas 128.75 Ω m dan 96.28 Ω m pada kedalaman 20-61 m.

Pada titik VES-5 keberadaan akuifer dalam dengan jenis akuifer tertekan dengan litologi Pasir Berlempung yang memiliki nilai resistivitas 47.13 Ω m, 18.51 Ω m dan 15.17 Ω m, terletak pada kedalaman 6-41 m.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan penampang metode Geolistrik konfigurasi *Schlumberger* di atas dapat disimpulkan bahwa akuifer yang berkembang di lokasi penelitian terdiri dari akuifer dangkal (kedalaman ≤ 5 m) dengan jenis akuifer tak tertekan dengan litologi *Soil* dan Lempung Berpasir yang memiliki *range* nilai resistivitas 50.88-346.35 Ω m, kedalaman 0-5 m dan ketebalan 1-4 m. Untuk akuifer dalam (kedalaman ≥ 5 m) dengan jenis akuifer tertekan dengan litologi Pasir Berlempung yang memiliki *range* nilai resistivitas 10.87-180.69 Ω m, kedalaman 5-41 m dan ketebalan 10-20 m. Seluruh area di lokasi penelitian memiliki akuifer dalam yang prospek terhadap potensi air tanah yang baik. Batuan dasar di lokasi penelitian ini berupa litologi Breksi Gunungapi yang memiliki *range* nilai resistivitas 70.97-178 Ω m diperkirakan berada memiliki kedalaman 17-61 m dan ketebalan 9-21 m.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan kekuatan dan kesempatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian ini dan penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Eddy Hartantyo, M.Si., Prof. Dr. Ir. Subagyo, DEA., dan Dr. Ir. Heru Hendrayana yang telah memberikan ilmu baik secara langsung maupun lewat tulisan dan karya sehingga dapat terselesaikan penulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alwan, I. dan Indarto., 2010. *Pengaruh Variasi Kadar Air Terhadap Daya Dukung Pondasi Tiang Type Friction Pile Pada Tanah Ekspansif*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- [2] Arham, Lopa, R.T., Bakri, B., 2017. *Pengaruh Hubungan Intensitas Curah Hujan dan Kemiringan Lahan terhadap Laju Erosi*. Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Makassar.
- [3] Hardjowigeno, S., 2007. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- [4] Hendrayana, H., 1994. *Metode Resistivity Untuk Eksplorasi Air Tanah*. Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [5] Jatengprov. 2017. Data Curah Hujan Provinsi Jawa Tengah. <http://data.jatengprov.go.id/dataset/banyaknya-curah-hujan-menurut-stasiun-pengukur-kecamatan-dan-bulan-di-kabupaten-batang-mm-2017/resource/927207bb-69d9-4f9e-aaf6-2fbaff43dc37#>. Diakses pada tanggal 20 Desember 2018.
- [6] Telford, W. M., Geldart, I. P. dan Sheriff, R. E., 1990, *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. New York.
- [7] Todd, D.K., 1980. *Groundwater Hydrology 2nd edition*. John Wiley & Sons. Inc. New York.
- [8] USDA., 2015. USCS and the USDA Soil Classification System. https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/survey/?cid=nrcs142p2_054167. Diakses pada tanggal 10 September 2019.