

DETEKSI KEBERADAAN AKUIFER AIR TANAH MENGGUNAKAN SOFTWARE IP2Win DAN ROCKWORK 2015

Eva Rolia, Agus Surandono

Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro
Jl. Ki Hajar Dewantara No. 166 Kota Metro (0725) 42445-42454
Email: roliaeva@yahoo.com, agussurandono@yahoo.co.id

ABSTRAK

Meningkatnya kegiatan produksi di pabrik - pabrik, perkebunan, industri kecil dan menengah yang ada di kelurahan Adi Jaya, Poncowati, Terbanggi Besar, Yukum Jaya Kecamatan Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah. Yang mengeksploitasi air tanah secara besar-besaran, yang menimbulkan perubahan fisik dan biologi seperti erosi, abrasi, sedimentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kedalaman akuifer dan potensi air tanah di daerah penelitian dengan menggunakan alat geolistrik, pengolahan data lapangan menggunakan software IP2Win untuk mendapatkan nilai tahanan jenis aktual dan pemodelan 3D menggunakan software Rockwork 2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daerah yang diteliti memiliki kedalaman akuifer yang bervariasi antar 1 meter sampai dengan lebih dari 100 meter dari permukaan tanah. Potensi air tanah juga sangat baik, terlihat dari ketebalan akuifer yang bisa mencapai lebih dari 90 meter. Jenis lapisan batuan yang terdapat pada daerah penelitian antara lain adalah pasir gravel, lempung berpasir, pasir berlempung, lempung dan batu kristalin. Lapisan didominasi oleh lapisan pasir yang diasumsikan banyak mengandung air, sedangkan jenis akuifer didominasi oleh akuifer bebas dan akuifer setengah tertekan.

Kata Kunci : Geolistrik, IP2Win, Rockwork 2015, akuifer air tanah.

PENDAHULUAN

Di kelurahan Adi Jaya, Poncowati, Terbanggi Besar, Yukum Jaya Kecamatan Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah, terdapat beberapa pabrik – pabrik besar serta perkebunan yang cukup luas yaitu: Humas Jaya, GGPC, BW (Tunas, Kekah, Acid). Beragam kegiatan berkembang di Kecamatan Terbanggi Besar, dengan berbagai aktivitas seperti pemukiman, industri, perkebunan, pertanian, dan lain sebagainya. Beberapa akibat yang ditimbulkan karena adanya aktivitas industri adalah penggunaan air tanah yang berlebihan, sehingga menyebabkan terjadinya penurunan muka air tanah, berkurangnya cadangan air tanah, perubahan arah aliran air tanah, penurunan daya dukung tanah, kekeringan pada sumur-sumur penduduk disekitar pemompaan. Oleh sebab itu penelitian terhadap susunan lapisan batuan untuk

mengetahui potensi air tanah perlu dilakukan, agar bisa diketahui ada atau tidaknya lapisan pembawa air (Akuifer) di Kecamatan Terbanggi Besar.

TINJAUAN PUSTAKA

Hidrogeologi

Hidrogeologi adalah suatu ilmu hidrologi yang mempelajari tentang dinamika, fisika dan kimia, serta proses-proses yang bekerja pada air di dalam tanah dan atau batuan. Hidrogeologi merupakan suatu studi interaksi antara material-material geologi beserta proses-prosesnya, dengan air, khususnya air tanah [3].

Hidrogeologi merupakan bagian dari hidrologi yang mempelajari penyebaran dan pergerakan air tanah dalam tanah dan batuan di kerak bumi (umumnya adalah akuifer). Secara umum hidrogeologi mempelajari tentang air tanah. Selain mempelajari air yang berada di dalam tanah

dan atau batuan, hidrogeologi juga membahas air permukaan. Dalam mempelajari air baik air yang berada di dalam maupun di permukaan tanah dan atau batuan, selalu berkaitan dengan klimatologi. Hal ini disebabkan karena siklus hidrologi pada dasarnya melibatkan iklim, cuaca dan hujan. Hidrogeologi akan membahas klimatologi, khususnya pada saat mempelajari tentang keseimbangan air yang ada di suatu daerah atau dikenal dengan neraca air.

Akuifer

Akuifer adalah lapisan batuan dibawah permukaan tanah yang mengandung air dan dapat dirembesi air. Akuifer adalah formasi geologi atau grup formasi yang mengandung air dan secara signifikan mampu mengalirkan air melalui kondisi alaminya. Ada 3 (tiga) tipe akuifer yang dikenal yaitu: akuifer pori, akuifer rekahan dan akuifer karst. Jenis akuifer pori berdasarkan nilai kelulusan (permeabilitas) lapisan batuan yang melingkupi akuifer, maka akuifer dapat dibedakan menjadi empat jenis, yaitu :

1. Akuifer tertekan (*confined aquifer*)

Akuifer tertekan merupakan lapisan permeabel yang sepenuhnya jenuh oleh air dan dibatasi oleh lapisan-lapisan impermeabel (*confining beds*) baik pada bagian atas maupun pada bagian bawahnya. Tinggi tekanan air pada akuifer tertekan disebut juga sebagai permukaan *piezometric*. Kadang-kadang tinggi permukaan air tanah pada akuifer ini jauh lebih tinggi dari permukaan air tanah ataupun tinggi permukaan tanah disekitar sumur sehingga terjadi suatu gejala artesis.

2. Akuifer setengah tertekan (*semi-unconfined aquifer*)

Akuifer setengah tertekan atau disebut juga *leaky aquifer* lapisan yang jenuh air dan pada bagian atasnya dibatasi oleh lapisan semi-permeabel dan pada bagian bawahnya dibatasi oleh lapisan impermeabel atau juga semi-permeabel. Pada akuifer ini dapat terjadi aliran air

dengan arah vertikal antara akuifer dan lapisan semi-permeabel di atasnya, fenomena ini disebut leakage.

a. Akuifer setengah bebas (*semi-unconfined aquifer*)

Jika lapisan semi-permeabel akuifer yang berada di atas memiliki permeabilitas yang cukup besar sehingga aliran horisontal pada lapisan tersebut tidak dapat diabaikan, maka akuifer ini disebut akuifer setengah bebas.

3. Akuifer bebas (*unconfined aquifer*)

Pada akuifer bebas hanya sebagian dari ketebalan lapisan yang permeabel yang dapat terisi oleh air atau jenuh air. Lapisan ini dibatasi oleh lapisan impermeabel pada bagian bawahnya. Batas atas akuifer berupa muka air tanah yang dalam keadaan setimbang dengan tekanan udara dan sangat dipengaruhi oleh keadaan curah hujan. Perubahan dari *water tabel* (peningkatan atau penurunan) sama dengan perubahan volume air dalam penyimpanan (*storage*) pada suatu akuifer.

Aliran Air Tanah

Aliran air tanah merupakan suatu pergerakan fluida dalam tanah atau batuan. Pergerakan aliran air tanah dipengaruhi gravitasi dan karakteristik dari media air tanah yang dikenal sebagai akuifer. Air tanah tertekan selalu bergerak dari tempat yang mempunyai tekanan potensial (*head*) tinggi ke tempat yang bertekanan potensial rendah. Pergerakan terjadi apabila ada perbedaan tekanan potensial antara dua tempat. Sedangkan air tanah bebas mengalir dari daerah yang memiliki muka air tanah tinggi ke daerah dengan muka air tanah rendah. Arah dan pola aliran air tanah tertekan tidak dipengaruhi oleh kondisi permukaan tanah, sebaliknya air tanah bebas sangat dipengaruhi oleh topografi dan keberadaan sungai.

Pendugaan Geolistrik

Geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari sifat aliran listrik di dalam bumi dan untuk

mengetahui perubahan tahanan jenis lapisan batuan di bawah permukaan tanah dengan cara mengalirkan arus listrik DC (*direct current*) yang mempunyai tegangan tinggi ke dalam tanah. Metode ini lebih efektif jika digunakan untuk eksplorasi yang sifatnya dangkal, contohnya penentuan kedalaman batuan dasar, pencarian reservoir air, dan juga digunakan dalam eksplorasi geothermal. Berdasarkan letak (konfigurasi) elektroda-elektroda potensial dan elektroda-elektroda arus, dikenal beberapa jenis metode resistivitas tahanan jenis, antara lain:

1. Metode Schlumberger
2. Metode Wenner
3. Metode Dipole Sounding

Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 elektroda arus A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Dengan adanya aliran arus listrik tersebut maka akan menimbulkan tegangan listrik di dalam tanah. Tegangan listrik yang terjadi di permukaan tanah diukur dengan menggunakan multi meter yang terhubung melalui 2 “buah elektroda tegangan” M dan N yang jaraknya lebih pendek dari pada jarak elektroda AB.

Bila posisi jarak elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda AB diubah menjadi lebih besar maka tegangan listrik yang terjadi pada elektroda MN ikut berubah sesuai dengan informasi jenis batuan yang ikut terinjeksi arus listrik pada kedalaman yang lebih besar. Dengan asumsi bahwa kedalaman lapisan batuan yang bisa ditembus oleh arus listrik ini sama dengan separuh dari jarak AB yang bisa disebut AB/2 [5].

Potensial pada dua elektroda arus permukaan terjadi apabila terdapat dua elektroda arus yang dibuat dengan jarak tertentu seperti pada gambar potensial pada titik-titik dekat permukaan akan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut.

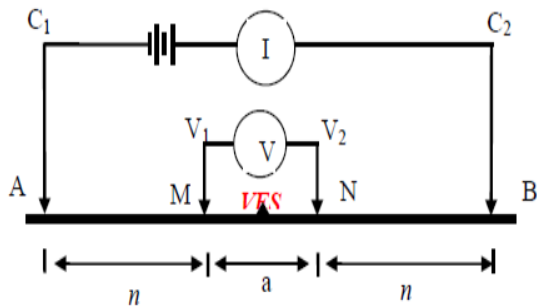
Tujuan survey geolistrik tahanan jenis adalah untuk mengetahui resistivitas bawah permukaan bumi dengan melakukan pengukuran di permukaan bumi. Resistivitas bumi berhubungan dengan mineral, kandungan fluida dan derajat saturasi air dalam batuan. Metode yang bisa digunakan pada pengukuran resistivitas secara umum yaitu dengan menggunakan dua elektroda arus (C1 dan C2), dan pengukuran beda potensial dengan menggunakan dua elektroda tegangan (P1 dan P2), dari besarnya arus dan beda potensial yang terukur maka nilai resistivitas dapat dihitung menggunakan persamaan.

$$\rho = K. \frac{V}{I}$$

Dengan k adalah faktor geometri yang tergantung penempatan elektroda permukaan.

Konfigurasi Schlumberger

Pengaturan letak elektroda-elektroda atau disebut dengan konfigurasi elektroda dapat bermacam-macam variasi, salah satunya adalah konfigurasi elektrode *Schlumberger* [5]. Prinsip konfigurasi *Schlumberger* jarak elektroda potensial MN dibuat tetap sedangkan jarak AB yang diubah-ubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak AB dirubah pada jarak yang relatif lebih besar maka jarak MN hendaknya dirubah pula. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari 1/5 jarak AB seperti Gambar 1.



Gambar 1. Elektroda arus dan potensial konfigurasi *Schlumberger*.

Prinsip konfigurasi *schlumberger* idealnya jarak MN dibuat sekecil-kecilnya, sehingga jarak MN secara teoritis tidak berubah. Kelemahan dari konfigurasi *Schlumberger* adalah pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh, sehingga diperlukan alat ukur multimeter yang mempunyai karakteristik *high impedance* dengan mengatur tegangan minimal 4 digit atau 2 digit di belakang koma atau dengan cara peralatan arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi. Keunggulan konfigurasi *schlumberger* adalah kemampuan untuk mendeteksi adanya sifat tidak homogen lapisan batuan padapermukaan, yaitu dengan membandingkan nilai *resistivitas* semu ketika terjadi perubahan jarak elektroda MN/2.

Software IP2Win

Pendugaan geolistrik hanya dapat menghasilkan nilai tahanan jenis semu. Untuk mendapatkan nilai tahanan jenis aktual, maka dilakukan pengolahan data dengan menggunakan program IP2Win. Input data IP2Win dapat dilakukan dari data langsung lapangan ($AB/2$, V , I , dan K).

Software Rockworks 2015

Dalam penelitian ini, software Rockwork 2015 digunakan untuk melihat gambaran 3D sebaran nilai resistivity, lithology, dan karakteristik akuifer serta

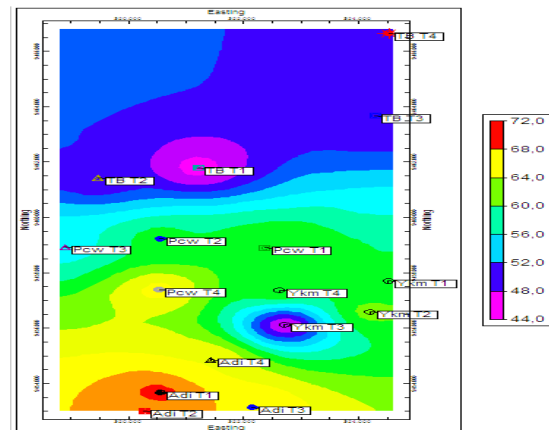
pola pergerakan air tanah. Input data dalam program ini adalah:

1. Titik lokasi pengukuran.
2. Nilai resistivity aktual batuan yang diperoleh dari hasil software IPI2Win. Kedalaman dan ketebalan akuifer serta waktu penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Lokasi Penelitian

Pengukuran geolistrik dilakukan di 16 titik pengamatan. Data yang dimasukkan dalam software Rockwork 2015 adalah koordinat x, koordinat y, dan elevasi yang diperoleh dari pengukuran menggunakan GPS.



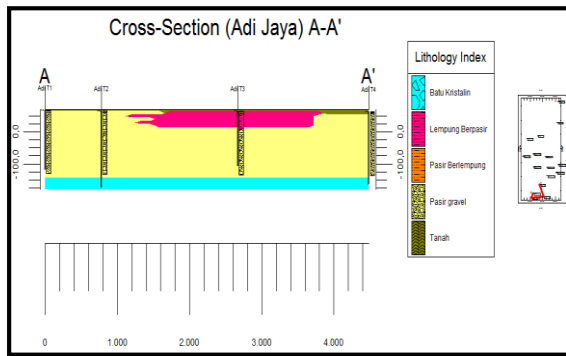
Gambar 2. Peta Lokasi Pengukuran.

Dari gambar di atas terlihat bahwa di Terbanggi Besar titik 1 terletak di daerah warna ungu adalah daerah yang memiliki elevasi paling rendah yaitu pada elevasi 44 – 48 dpl. Titik pengukuran yang memiliki elevasi paling tinggi yaitu di Adi Jaya titik 1 dan Adi Jaya titik 2 yang berada pada elevasi 68 – 72 dpl.

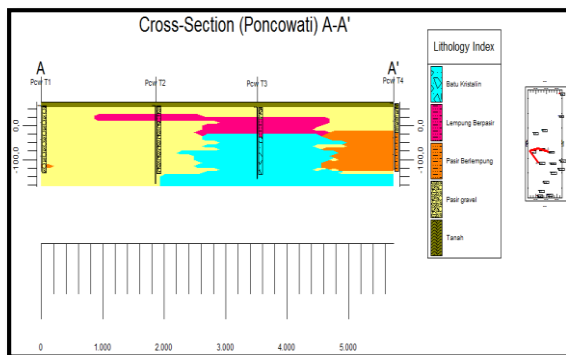
Jenis Lapisan Batuan (Litologi) Daerah Penelitian

Hasil Pendugaan geolistrik dan pemodelan yang menggunakan software Rockwork 2015, diperoleh gambaran perlapisan batuan secara umum di lokasi penelitian. Berikut gambar potongan

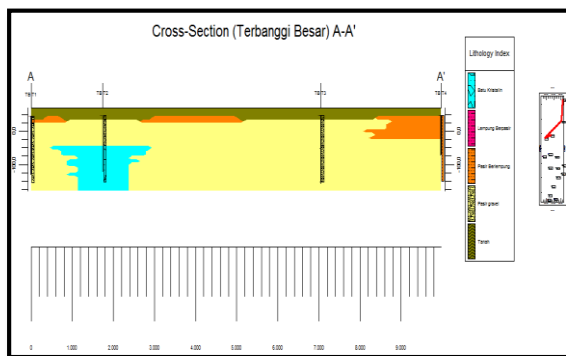
(Cross Section) dan gambar 3D lapisan batuan pada lokasi penelitian:



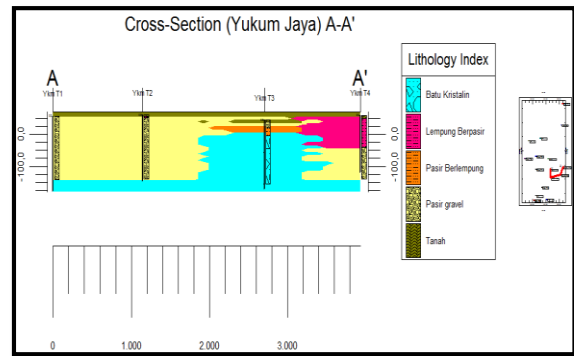
Gambar 3. Cross Section Litologi Adi Jaya.



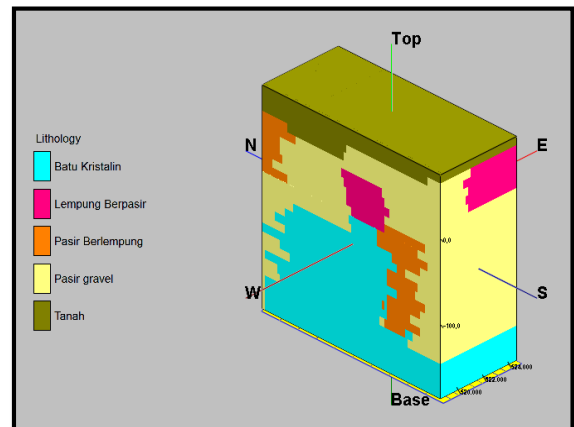
Gambar 4. Cross Section Litologi Poncowati.



Gambar 5. Cross Section Litologi Terbanggi Besar.



Gambar 6. Cross Section Litologi Yukum Jaya



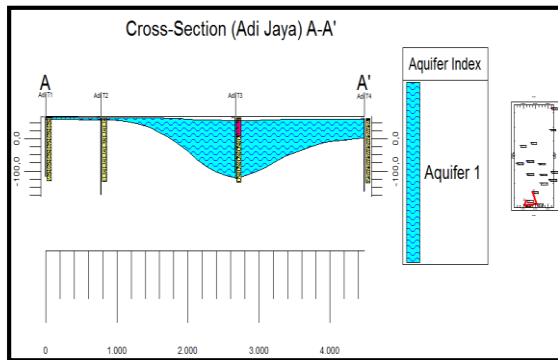
Gambar 7. Perlapisan Batuan (Litologi) 3D.

Dari gambar di atas dapat dilihat secara 3 dimensi bahwa perlapisan batuan di daerah penelitian didominasi oleh lapisan pasir gravel. Pasir gravel merupakan lapisan batuan yang banyak mengandung air dan dapat menyerap dan melewati air (akuifer).

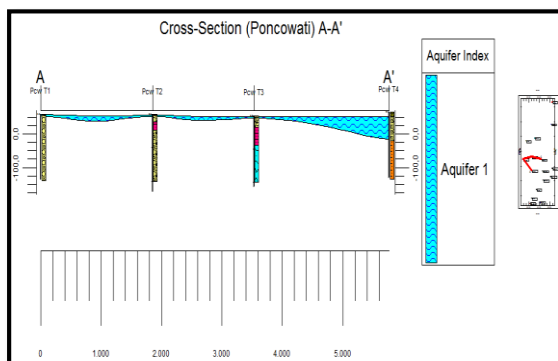
Kondisi Dan Aliran Air Tanah

Air tanah adalah air yang bergerak dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah atau dalam retakan-retakan batuan. Pendugaan geolistrik dilakukan dalam penelitian ini karena dari pendugaan ini dapat diketahui kondisi perlapisan batuan dan material yang terdapat pada batuan tersebut. Nilai tahanan jenis berbeda-beda tergantung dari kualitas batuan, derajat kepadatan, dan kondisi kelembaban tanah. Air tanah mengalir dari daerah yang lebih tinggi menuju ke daerah yang lebih rendah dan berakhir di laut.

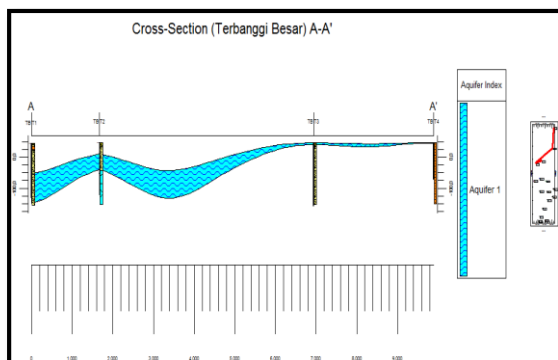
Secara umum aliran air tanah dipengaruhi oleh kondisi topografi, geologi, permeabilitas dan porositas tanah. Daerah yang lebih tinggi merupakan daerah imbuhan/pengisian air (*recharge area*), dan daerah yang rendah merupakan daerah keluaran (*discharge area*). Dari hasil pemodelan gerakan air tanah atau akuifer dengan menggunakan software Rockwork 2015 digambarkan sebagai berikut:



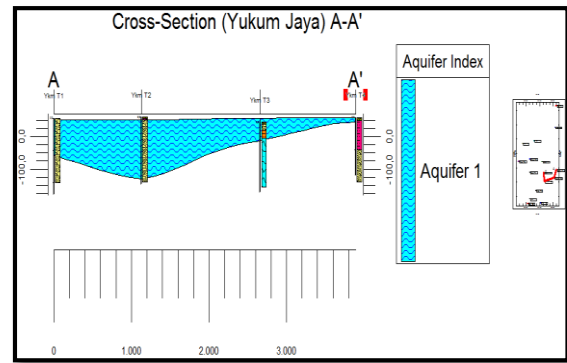
Gambar 8. Cross Section Akuifer Adi Jaya.



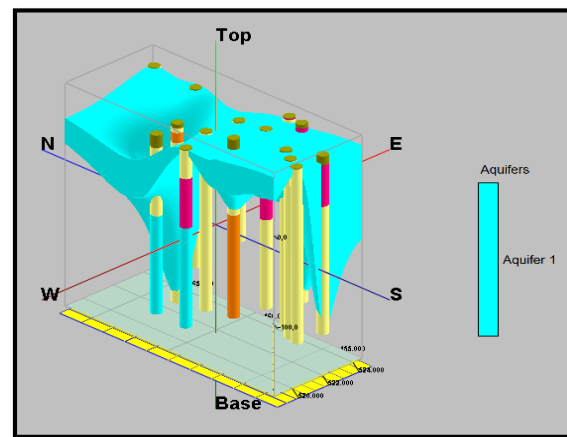
Gambar 9. Cross Section Akuifer Poncowati.



Gambar 10. Cross Section Akuifer Terbanggi Besar



Gambar 11. Cross Section Akuifer Yukum Jaya.



Gambar 12. Akuifer 3D

Dari gambar di atas kita dapat melihat kondisi aliran air tanah serta ketebalan lapisan yang mengandung air dan dapat dirembasi air (akuifer) secara 3 dimensi, lapisan yang mengandung air dan dapat dilewati air (akuifer) yang di tunjukan pada warna biru muda.

Kedalaman Akuifer Air Tanah

Akuifer adalah lapisan batuan dibawah permukaan tanah yang mengandung air dan dapat dirembasi air. Akuifer adalah formasi geologi atau grup formasi yang mengandung air dan secara signifikan mampu mengalirkan air melalui kondisi alamnya.

Tabel 2. Kedalaman Akuifer Air Tanah

No	Kelurahan / Kampung	Letak Aquifer (M) MTS	Ketebalan (M)	Jenis Akuifer
1	Adi Jaya	0 – 200	200	Akuifer Bebas
2	Poncowati	0 - 84,73	84,73	Akuifer Bebas
3	Terbanggi Besar	20,8 –100	79,3	Akuifer Semi Tertekan
4	Yukum Jaya	9,49 – 200	190,51	Akuifer Semi Tertekan

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan pada penelitian ini berdasarkan hasil pendugaan geolistrik, dan pengolahan data dengan software IP2win serta Rockwork 2015 dapat diketahui bahwa jenis akuifer pada lokasi penelitian adalah akuifer bebas dan akuifer semi tertekan. Ketebalan akuifer maksimal 200 meter, sedangkan yang paling tipis terdeteksi pada kelurahan Terbanggi Besar dengan ketebalan lapisan batuan 79,3 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Bahar,Hendar. 2012. Metode Geolistrik Untuk Mengetahui Potensi Air Tanah di Daerah Beji Kabupaten Pasuruan-Jawa Timur, Jurnal. : Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral dan Kelautan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITAS).
- [2]. Halik.Gusfan.2008.Pendugaan Potensi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger Di Kampus Tegal Boto Universitas. jember.Laboratorium Hidroteknik Fakultas Teknik Jurusan Sipil Unej. Jember.
- [3]. Hendayana, Heru. 1994. Metode Resistivity Untuk Eksplorasi Air Tanah. Jurusan Teknik Geologi. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [4]. Juandi. 2008. Analisis air bawah tanah dengan metode geolistrik. Riau: FMIPA Universitas Riau.
- [5]. Kodoatie, R. 2010. Tata Ruang Air. Andi Ofset. Yogyakarta. 538 hlm.
- [6]. Kurniawan,Alva.2009.Tutorial Dasar IP2win.UIN Maliki. Malang.
- [7]. Mabrush Ishaq,zona.2008.Studi Resistivitas dan Gravitasi Untuk Investigasi Akuifer Air Bawah Tanah Di Kampus UI Depok.Tesis. UI Jakarta.
- [8]. Rolia,Eva. 2011. Studi dan Pemodelan Air Tanah di Pesisir Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung,Tesis. Lampung. : Universitas Lampung.

