

TINJAUAN HIDROGEOLOGI SEBAGAI PENDUKUNG POTENSI PANAS BUMI DAERAH GEDONGSONGO, JAWA TENGAH

T. Listyani R.A., Ev. Budiadi
Jurusan Teknik Geologi STTNAS Yogyakarta
Email: listyani_theo@yahoo.co.id

ABSTRACT

The geothermal potential usually supported by groundwater resource in that area, such as Gedongsongo, at Ungaran, Central Java. Therefore, hydrogeological research is very important for supporting geothermal prospect at this region. This research is purposed as surface geological mapping with focussing in rocks and groundwater observation. The research methods are springs and wells observation, infiltration testing, rocks and groundwater sampling.

Good potential of groundwater indicated by permeable aquifers, many springs and abundant of shallow groundwater. This geothermal potential of Gedongsongo prospect areashould be strong supported by this condition. The aquifers in this region consist of Young Ungaran breccia and lava and Notopuro volcanic breccia aquifer zones. The groundwater in these aquifer zones stored in fracture and intergranular porosity system. Whereas, many springs are found in many places. Hot spring can be found in Gedongsongo which is one of manifestation of geothermal system. Shallow groundwater level shows lower elevation to the south of Mt. Ungaran, flows radially as long as the slope morphology of this volcano, to the southwest, south and southeast.

Key words: groundwater, hydrogeology, geothermal, Gedongsongo.

INTISARI

Potensi panas bumi suatu daerah sangat didukung oleh ketersediaan airtanah di daerah tersebut. Penelitian hidrogeologi yang dilakukan di daerah Gedongsongo, Ungaran, Jawa Tengah dan sekitarnya ini dimaksudkan sebagai penelitian geologi permukaan dengan menekankan pengamatan pada batuan dan airtanah. Metode yang dilakukan adalah survei geologi lapangan dilengkapi dengan pengamatan mataair dan sumur penduduk, pengukuran infiltrasi, pengambilan contoh batuan serta airtanah.

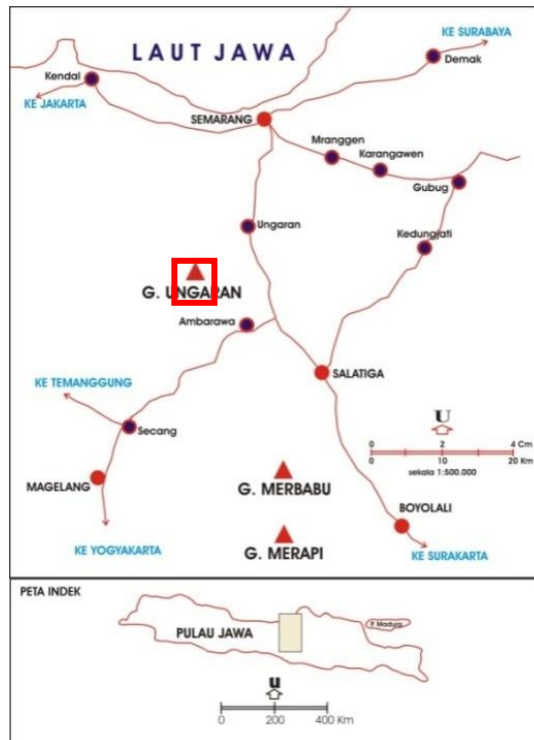
Potensi airtanah yang bagus ditunjukkan oleh akifer yang cukup permeabel serta banyaknya mataair dan airtanah dangkal ini akan mendukung potensi panas bumi di Gedongsongo. Akifer di daerah penelitian terdiri dari zona akifer breksi dan lava Ungaran Muda serta akifer breksi volkanik Notopuro. Airtanah pada zona akifer ini disimpan dalam celahan maupun ruang antar butir. Mataair tersebar di banyak tempat di daerah penelitian. Mataair panas dijumpai di Gedongsongo dan merupakan salah satu manifestasi panas bumi. Muka airtanah dangkal semakin rendah ke arah lereng bawah G. Ungaran. Airtanah dangkal pada daerah penelitian ini mengalir radial ke arah barat daya, selatan dan tenggara, mengikuti morfologi G. Ungaran.

Kata kunci: airtanah, hidrogeologi, panas bumi, Gedongsongo

PENDAHULUAN

Salah satu daerah prospek panas bumi di Jawa Tengah ditemukan di daerah Ungaran. Manifestasi panas bumi tersebut dijumpai di Gedongsongo. Daerah penelitian meliputi wilayah Gedongsongo dan sekitarnya, Kabupaten Semarang, Jawa Tengah (Gambar 1). Daerah Gedongsongo terletak pada ketinggian kurang lebih 1300 m di atas permukaan laut, pada lereng bagian selatan G. Ungaran. Berbagai manifestasi panas bumi seperti mata air panas, fumarol serta batuan alterasi telah dijumpai.

Salah satu hal yang sangat penting dilakukan untuk mempertahankan potensi panas bumi adalah menjaga ketersediaan airtanah. Airtanah adalah sumber uap panas bumi yang mana uap itu akan dikonversi menjadi energi listrik. Apabila airtanah habis, maka potensi panas bumi tak dapat dipertahankan lagi, artinya sumber daya energi alternatif ini tak dapat dihasilkan lagi. Panas bumi adalah sumber daya energi terbarukan, yang dapat kita peroleh selama kita dapat mempertahankan potensi airtanah di lapangan panas bumi.



Gambar 1. Lokasi penelitian (ditandai segiempat) berada di G. Ungaran dan sekitarnya.

Penelitian hidrogeologi sangat penting dilakukan untuk mengetahui potensi airtanah pada cekungan airtanah di lapangan panas bumi. Karakteristik hidrogeologi di lapangan panas bumi ini perlu diketahui untuk menjaga kestabilan kuantitas airtanah di daerah tersebut. Ketersediaan airtanah dalam jumlah yang cukup akan menjadi penentu keberhasilan eksploitasi panas bumi, karena pada dasarnya energi panas bumi dihasilkan dari uap air yang ada dalam formasi batuan yang terpanasi oleh sumber pemanas.

Mempertahankan siklus airtanah yang baik adalah jawaban yang tepat untuk mendapatkan energi panas bumi yang optimal. Oleh karenanya, penelitian ini dilakukan apabila kita menginginkan energi panas bumi di daerah Gedongsongo ini menjadi energi yang benar-benar terbarukan karena energi alternatif ini dapat kita peroleh sepanjang masa, selama kita dapat mempertahankan keberadaan airtanah.

Metode Penelitian

Penelitian diawali dengan studi pustaka untuk memahami geologi regional daerah penelitian, termasuk di dalamnya yaitu hidrogeologi regional. Data primer

diambil melalui pemetaan geologi permukaan untuk melihat karakteristik batuan akifer, mataair, serta kedudukan muka airtanah.

Alat yang digunakan adalah peralatan standar geologi lapangan (palu, kompas, loupe, GPS dan kamera) serta dilengkapi peralatan hidrogeologi berupa alat pengukur infiltrasi dan botol sampel air. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa peta topografi dan peta geologi regional.

Geologi Regional Daerah Ungaran

Daerah penelitian terletak di daerah Ungaran dan sekitarnya, Jawa Tengah. Daerah ini termasuk dalam fisiografi regional Gunung api Ungaran (Van Bemmelen, 1949). Gunung api ini muncul di bagian barat Zona Kendeng Bentang alam daerah G. Ungaran merupakan morfologi kerucut gunungapi, daerah perbukitan vulkanik dan hamparan daerah dataran. Kerucut gunung api menempati sebagian besar daerah kajian, terutama di bagian tengah. Morfologi kerucut ini tersusun oleh seri batuan vulkanik berkomporsi andesitik terdiri dari lava, breksi andesit dan batupasir vulkanik.

Kondisi stratigrafi di Komplek Panas bumi Gunung Ungaran dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok yaitu (1) Kelompok Batuan Tersier yang terdiri dari Formasi Kerek terdiri dari perselingan batulempung, napal, batupasir tufan, konglomerat, breksi vulkanik dan batugamping, Formasi Kalibeng terdiri dari napal sisipan batupasir, (2) Kelompok Batuan Kuartar meliputi Formasi Kaligetas terdiri dari breksi vulkanik, lava, tuf, batupasir, tufan dan batulempung, Formasi Damar tersusun oleh batupasir tufan, konglomerat dan breksi vulkanik, Formasi Jongkong tersusun oleh breksi andesit, (3) Kelompok Batuan Kuartar Aliran tersusun oleh Batuan Gunungapi Kaligesik tersusun oleh aliran lava basal olivin-augit, Batuan Gunungapi Gajahmungkur tersusun oleh aliran lava andesit-hornblende, lava Gunung Sumbing tersusun oleh aliran lava dan kubah, (4) Batuan intrusi terdiri dari basal tersusun oleh intrusi basal-augit, andesit tersusun oleh intrusi andesit dan (5) Aluvial tersusun oleh batuan lepas dari lempung sampai bongkah.

Menurut Thanden dkk. (1975) struktur geologi Gunung Ungaran didominasi oleh adanya struktur *ring fracture* yang dapat ditemukan di bagian utara gunungapi itu. Kenampakan *collapse structure* jelas terlihat di daerah sekitar Bandungan dan Sumowono (selatan dan barat daya G. Ungaran). Struktur-struktur ini nampak saling berpotongan membentuk sistem *rift fault* yang membuka ke arah utara dan timur laut. Aktivitas vulkanik G. Ungaran muda dikontrol oleh adanya *collapse structure* tersebut (Trend Team Jawa – IBT, 1997).

G. Ungaran di Jawa Tengah memberikan beberapa manifestasi panas bumi, dengan lokasi utama terdapat di Gedongsongo. Daerah ini menempati pada ketinggian lebih kurang 1300 m di atas permukaan laut dan terletak di lereng bagian selatan dari Gunung Ungaran. Daerah sekitar manifestasi panas bumi berupa daerah wisata dan perhutani.

Manifestasi panas bumi di daerah Gedongsongo ini terdiri dari fumarol, mataair panas, mataair hangat, bualan gas (*bubble gas*) dan batuan teralterasi. Suhu udara di daerah ini 25° C. Manifestasi tersebut terletak di sepanjang sungai yang relatif lurus dengan arah N 5° E.

Hidrogeologi Regional Cekungan Airtanah

Berdasarkan kondisi geomorfologi, kondisi geologi dan kondisi hidrogeologinya maka Spitz (1989, dalam Anonim, 2012) telah meneliti sistem aliran airtanah dengan menjelaskan pola aliran airtanah daerah Semarang. Mulai dari puncak sampai kaki Gunung Ungaran merupakan daerah pengisian *recharge area* terhadap daerah Semarang bagian atas dengan batuan tersusun dari endapan gunung api muda dan lahar Gunung Ungaran. Di dalam perjalanannya aliran airtanah tersebut terhalang oleh sesar melingkar sepanjang kaki Gunung Ungaran melewati Ungaran, Gunungpati dan ke barat melewati Cangkiran dan diperkirakan berfungsi sebagai *barrier* sehingga merubah arah aliran airtanah tersebut. Fungsi *barrier* ini dibuktikan dengan adanya mataair dengan debit > 60 liter/detik dan beberapa sumur PDAM yang artesis dengan debit > 100 liter/detik.

Menurut Badan Geologi (2011), daerah penelitian termasuk ke dalam tiga cekungan airtanah (CAT), yaitu CAT Sidomulyo, Rawa Pening dan Ungaran. Dengan demikian, air hujan yang masuk pada zona resapan di puncak G. Ungaran dan sekitarnya dapat mengisi airtanah pada ketiga cekungan tersebut.

a. CAT Sidomulyo

CAT Sidomulyo melampar dari puncak G. Ungaran menuju ke lereng bagian barat – barat daya gunung tersebut. Desa-desa yang termasuk dalam wilayah ini antara lain adalah Desa Losari, Bumen, Jumbelan dan Sumowono.

b. CAT Rawa Pening

CAT Rawa Pening menempati daerah di bagian tenggara dari puncak hingga tubuh dan lereng G. Ungaran. Desa Kenteng, Bandungan dan Duren termasuk dalam wilayah cekungan ini. Lokasi manifestasi panas bumi Gedongsongo juga berada di bagian barat dalam wilayah CAT ini.

c. CAT Ungaran

CAT Ungaran meliputi tubuh hingga lereng G. Ungaran bagian utara. Desa Kemawi dan Sidomukti termasuk dalam wilayah cekungan ini. Cekungan airtanah ini meliputi Kecamatan Gunungpati dan sebagian wilayah Kecamatan Mijen. Cekungan Airtanah Ungaran mempunyai jumlah aliran air bawah tanah tidak tertekan sebanyak 144,7 juta m³/tahun dan jumlah

aliran air bawah tanah tertekan sebanyak 8,1 juta m³/tahun (Anonim, 2012).

Menurut DGTL (2011) batas-batas CAT Ungaran adalah: dibagian utara adalah batas litologi yakni sekitar G. Lutung dan Gunungpati, batasmuka air tetap yakni K. Blorong, K. Kreo, dan batas aliran air ke luar (*outflow boundary*) di sekitar Mijen; batas di bagian barat adalah batas litologi yakni sekitar daerah antara G. Jlungut sampai sekitar G. Semangring; batas di bagian selatan berimpit dengan batas pemisah air permukaan di sekitar daerah puncak G. Ungaran; atas di bagian timur adalah batas muka air tetap K. Garang dan batas litologi di sekitar G. Mergi.

Karakteristik Hidrogeologi

Menurut Said & Sukrisno (1988), akifer di daerah perbukitan yang termasuk Peta Hidrogeologi Lembar Semarang digolongkan mempunyai produktivitas yang rendah. Daerah tersebut ditutupi oleh batuan vulkanik dan sedimen padu berumur Miosen yang mengandung sedikit celahan dan kecil kelulusannya. Dalam jumlah kecil air dapat diperoleh melalui celahan dan rekahan, lapisan lapuk yang tebal serta endapan sungai yang terdapat di sepanjang lembahnya. Dalam kondisi yang serasi, airtanah muncul sebagai rembesan atau mataair, tetapi karena debit air umumnya kecil, sebagian besar digunakan untuk kebutuhan rumah tangga.

Di daerah gunungapi strato keterdapatan airtanah ditentukan oleh keadaan topografi dan hubungan hidrolika dalam akifer melalui sistem antar butir dan celahan. Puncak G. Ungaran digolongkan sebagai daerah airtanah langka, sedangkan airtanah terangkat dan akifer yang dalam kedudukannya, mungkin dapat dijumpai di bagian tubuhnya. Akifer yang produktif umumnya terdapat di sepanjang kaki gunungapi (Said & Sukrisno, 1988).

Bagian utara kaki G. Ungaran yang ditutupi oleh Formasi Damar, digolongkan sebagai akifer yang produktif. Pemunculan mataair terjadi pada tubuh gunungapi ini, umumnya besar pada lava vesikuler seperti mataair-mataair yang muncul di daerah Ungaran, beberapa mataair debitnya mencapai lebih dari 150 l/detik. Penurunan dari mataair-mataair dan penggunaan sumur gali merupakan hal yang umum dalam memenuhi kebutuhan air di daerah pedesaan.

Menurut Said dan Sukrisno (1988) berdasarkan komposisi litologi batuan dan kelulusannya, maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 satuan hidrogeologi yaitu (Gambar 2):

1. Endapan Vulkanik Kuartar Tua
Endapan ini memiliki kelulusan rendah sampai sedang, tergantung banyaknya celahan.
2. Endapan Vulkanik Muda
Endapan ini tersusun oleh tuf, lahar, breksi, dan lava andesit sampai basal. Kelulusan endapan ini tinggi sampai sedang; berkelulusan tinggi terutama pada endapan lahar dan aliran lava vesikuler.
3. Endapan Vulkanik tak Teruraikan
Endapan ini berisi campuran bahan-bahan gunungapi lepas dan padu. Kelulusan batuan rendah sampai sedang.

Berdasarkan terdapatnya airtanah dan produktivitas akifer, maka daerah penelitian memiliki dua zona akifer, yaitu:

1. Akifer dengan aliran melalui celahan dan ruang antar butir.
Akifer ini merupakan akifer setempat, produktif. Umumnya akifer ini berada di lereng tengah hingga bawah dari Gunung Ungaran. Akifer melalui celahan (kekar) umumnya berupa lava sedang dan akifer dengan porositas ruang antar butir dijumpai pada breksi. Akifer memiliki keterusan sangat beragam, umumnya airtanah tidak dimanfaatkan karena dalamnya muka airtanah. Setempat mataair berdebit kecil dapat diturap.
2. Akifer dengan airtanah langka
Wilayah dengan tipe akifer ini berada di daerah puncak Gunung Ungaran dan sekitarnya. Akifer pada zona ini merupakan akifer produktif kecil, dimana masih dijumpai adanya mataair tetapi dengan debit yang sangat kecil sehingga tidak terlalu banyak sehingga airtanah yang muncul juga sedikit.



Gambar 2. Peta hidrogeologi daerah Ungaran dan sekitarnya (Said & Sukrisno, 1988; Ridwan, 2012).

Keterangan:

A. Tipe akifer berdasarkan litologi batuan dan kelulusannya

- | | |
|--|--|
| | Endapan vulkanik Kuarter tua, kelulusan rendah sampai sedang (tergantung banyaknya celahan) |
| | Endapan vulkanik muda tuf, lahar, breksi, lava andesit sampai basal. Kelulusan tinggi sampai sedang. Berkelulusan tinggi terutama pada endapan lahar dan lava vesikuler. |
| | Endapan vulkanik tak teruraikan, campuran bahan-bahan gunungapi lepas dan padu. Kelulusan rendah sampai sedang. |
| | Aliran lava andesit sampai basal, umumnya berkelulusan rendah. |

B. Zona akifer berdasarkan terdapatnya airtanah dan produktivitas akifer

a. Akifer dengan aliran melalui celah dan ruang antar butir

Setempat, akifer produktif.

b. Akifer (bercelah atau sarang) produktif kecil dan airtanah langka

Daerah airtanah langka

- | | |
|--|------------------------------|
| | Mataair |
| | Mataair panas |
| | Stasiun pengamat curah hujan |

PEMBAHASAN

Akifer

Berdasarkan satuan batuan, maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi dua zona akifer, yaitu zona akifer breksi -

lava Ungaran Tuadanbreksi vulkanik Ungaran Muda.

a. **Zona akifer breksi – lava Ungaran Tua**
Zona akifer ini terdiri dari aliran lava dan dan breksi dengan fragmenandesit yang

berada di bawahnya. Sifat batuan ini dimana lava *impermeable* dan breksi cukup *permeable*. Satuan ini dapat di sebandingkan dengan Batuan Gunung api Gajahmungkur

(Qhg) menurut Thandendkk. (1996), dengan ketebalan satuan yang mencapai 1000 meter.



Gambar 3. Singkapan lava di daerah Kenteng, salah satu contoh akifer dari zona akifer breksi – lava Ungaran Tua.

b. Zona Akifer Breksi Vulkanik Ungaran Muda

Di daerah penelitian zona ini disusun oleh breksi vulkanik dan lava andesit dari Gunung api Ungaran. Breksi vulkanik tersusun oleh fragmen-fragmen andesit piroksen yang berukuran sangat bervariasi, mulai dari kerakal hingga bongkah, berbentuk menyudut tanggung. Sifat batuan ini cukup permeabel. Mengacu pada

Thandendkk. (1996) satuan batuan ini dapat disebandingkan dengan Batuan Lava Gunung api Sumbing (Qls), dimana pada daerah lereng Gunung Ungaran satuan batuan ini dikuasai oleh lanjaran desit dan aliran gunung api muda. Satuan batuan ini terdiri dari breksi menyudut tanggung dan membundar tanggung dengan ukuran fragmen mencapai 2 meter.



Gambar 4. Singkapan akifer breksi vulkanik UngaranMuda di daerah Gedongsongo.

Mata air

Pada daerah penelitian, mataair ditemukan hampir disemua daerah yang berada di lereng selatan G. Ungaran bagian
70 Listyani, Tinjauan Hidrogeologi sebagai Pendukung Potensi Panas Bumi Daerah Gedongsongo, Jawa Tengah

utara, yang keluar melalui rekahan-rekahan lava. Matair ini muncul di berbagai tempat dengan debit yang berbeda-beda. Air sangat jernih dan tidak berbau, banyak

dimanfaatkan penduduk sekitar sebagai tempat untuk minum, mandi dan irigasi bagi persawahan.

Mataair panas dan hangat dijumpai di sepanjang sungai di Gedongsongo.

Mataair ini memiliki air yang cukup keruh, dengan bau belerang yang kadang-kadang menyengat. Fumarol muncul di dekat mataair panas ini dan menimbulkan gas-gas vulkanik yang bermacam-macam.

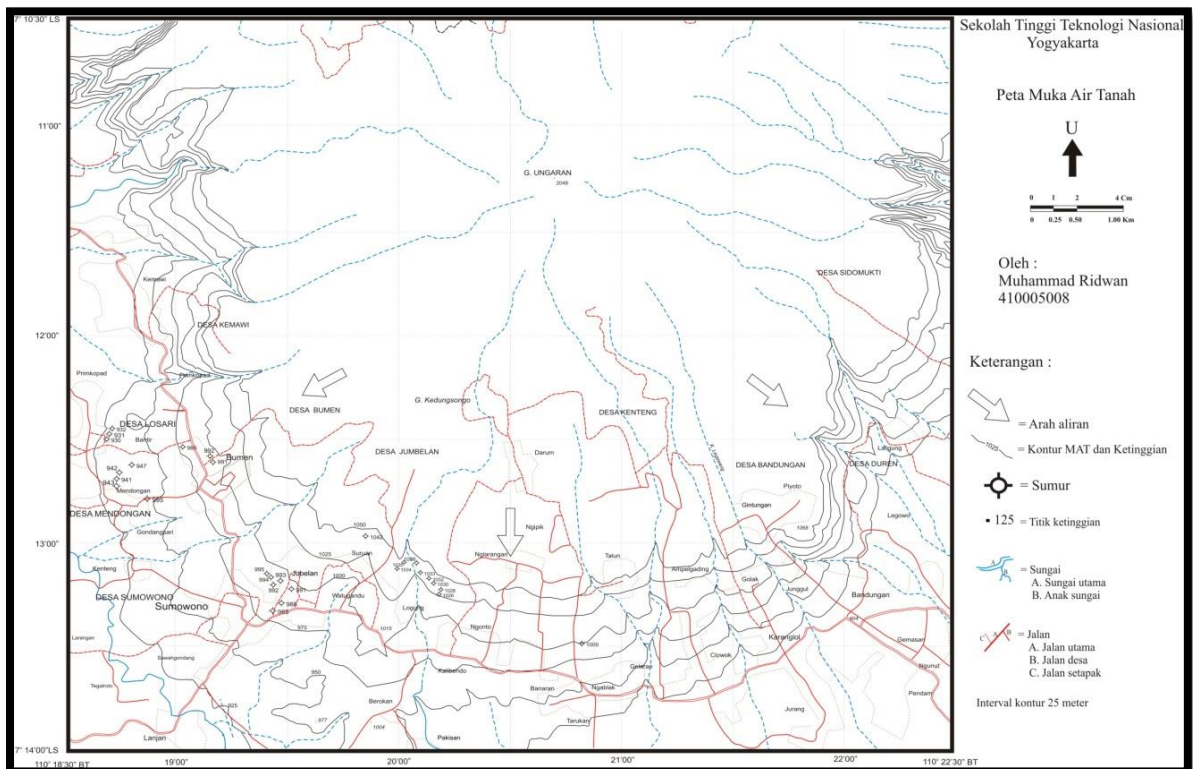


Gambar 4. Mataair panas dan fumarol merupakan manifestasi panas bumi di Gedongsongo.

Muka Air tanah

Kedudukan muka airtanah dangkal di daerah penelitian diukur dari sumur-sumur penduduk. Kedalaman muka airtanah pada sumur-sumur tersebut bervariasi dari 3 – 11

m diukur dari muka tanah setempat. Secara umum, kedudukan muka airtanah semakin rendah ke arah lereng bawah G. Ungaran, sedikit mengikuti topografi permukaan (Gambar 5).



Gambar 5. Peta muka airtanah di daerah Gedongsongo dan sekitarnya (Ridwan, 2012).

Arah aliran airtanah cenderung radial, mengikuti morfologi G. Ungaran. Di lereng selatan, airtanah mengalir ke selatan,

di bagian baratdaerah penelitian, airtanah mengalir ke barat daya sedangkan di bagian timur, airtanah mengalir ke tenggara.

Potensi akifer yang cukup bagus, didukung dengan airtanah yang melimpah merupakan dukungan yang bagus untuk menjaga keberlangsungan panas bumi di Gedongsongo. Di daerah tersebut airtanah tersedia cukup melimpah, beberapa di antaranya muncul sebagai mataair dengan debit yang bervariasi. Muka airtanah yang dangkal menunjukkan bahwa akifer di daerah penelitian memiliki potensi yang cukup bagus terhadap airtanah dangkal.

KESIMPULAN

Potensi panasbumi di daerah Gedongsongo didukung oleh akifer yang cukup bagus, yang terdiri dari zona akifer breksi - lava Ungaran Tua serta akifer breksi vulkanik Ungaran Muda. Kedua zona akifer ini bersifat permeabel, dimana airtanah disimpan dalam celahan maupun ruang antar butir.

Keberadaan air tanah di daerah penelitian dikontrol oleh aktivitas Gunung api Ungaran. Banyaknya air tanah yang terdapat di daerah penelitian ditunjukkan dengan banyaknya mataair dengan debit bervariasi. Mataair panas dijumpai di Gedongsongo dan merupakan salah satu bentuk manifestasi panas bumi.

Muka airtanah dangkal menunjukkan kedudukan yang semakin rendah sesuai dengan morfologi G. Ungaran. Airtanah dangkal pada daerah penelitian mengalir radial ke arah barat daya, selatan dan tenggara. Potensi airtanah yang bagus ditunjukkan dengan banyaknya mataair dan airtanah dangkal ini akan mendukung potensi panas bumi di Gedongsongo.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2011, *Geologi Gunung Ungaran*, <http://geoenviron.wordpress.com>.
Badan Geologi, 2011, *Atlas Cekungan Airtanah Indonesia*,

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Bandung.

BMKG Semarang, 2012, *Data Klimatologi Daerah Ungaran Tahun 2007 - 2011*, Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Stasiun Semarang.

Dinas Pertambangan dan Energi Jawa Tengah – STTNAS, 2004, *Pengembangan Pemanfaatan Energi Panas Bumi (Survei Geokimia) di Kompleks Panas bumi Gedongsongo, Kabupaten Semarang*, Laporan Akhir, tidak dipublikasikan.

Direktorat Geologi Tata Lingkungan (DGTL), 2011, *Potensi Cekungan Air Tanah Semarang-Ungaran, Jawa Tengah*, <http://www.scribd.com/doc>.

Ridwan, M., 2012, *Kajian Hidrologi dan Hidrogeologi Daerah Ungaran dan Sekitarnya, Provinsi Jawa Tengah*, Tugas Akhir Tipe II, Jur. T. Geologi, STTNAS, Yogyakarta, tidak dipublikasikan.

Said, H.D. dan Sukrisno, 1988, *Peta Hidrogeologi Indonesia Lembar VII Semarang (Jawa)*, Direktorat Geologi Tata Lingkungan, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumberdaya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.

Thanden RE., Sumadirdja H., Richard PW., Sutisna K. dan Amin TC., 1996, *Peta Geologi Regional Lembar Magelang dan Semarang*, skala 1 : 100.000, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Trend Team Jawa – IBT, 1997, *Prospek Panas Bumi Daerah Ungaran Jawa Tengah*, Dinas Eksplorasi Panas bumi – Pertamina, Jakarta.

Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Vol. 1A, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland.