

PETROFISIK BATUAN DAERAH KALIANGKRIK SEBAGAI PENDUKUNG POTENSI AIR TANAH

Bestian P. Simarmata¹, Singgih Saptono², Partama Misdiyanta³

¹ Mahasiswa Program Studi Magister Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta

² Program Studi Magister Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta

³ Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

e-mail: *¹ bestian.ps@gmail.com, ² Singgih1227@gmail.com, ³ partama@itny.ac.id

ABSTRAK

Studi hidrogeologi ini dilakukan di daerah Magelang yaitu di Kecamatan Kaliangkrik dan sekitarnya. Potensi sumber daya air cukup melimpah di daerah ini. Penelitian ini ingin mengungkapkan hubungan petrofisik batuan terhadap potensi airtanah setempat. Metode yang dilakukan adalah survei hidrogeologi dengan pengamatan mataair, pengambilan sampel airtanah serta pengujian petrofisik batuan di laboratorium. Potensi airtanah di daerah penelitian didukung oleh akifer andesit terkekarkan dan batupasir tufan (matriks breksi) dengan porositas sebesar 22,81 - 55,34%. Fragmen breksi menunjukkan densitas 2,3 gr/cm³, sedangkan tuf memiliki densitas 0,8 gr/cm³. Pemunculan beberapa mataair di daerah penelitian ini dikontrol oleh kehadiran tuf yang impermeabel. Tuf memiliki harga kelulusan air sebesar $9,60 \cdot 10^{-6}$ cm/detik atau sekitar 0,0083 m/hr, sedangkan fragmen breksi memiliki kelulusan air sebesar $9,56 \cdot 10^{-7}$ cm/detik atau 0,0008 m/hr. Kecepatan peresapan air didukung oleh permeabilitas batuan tersebut.

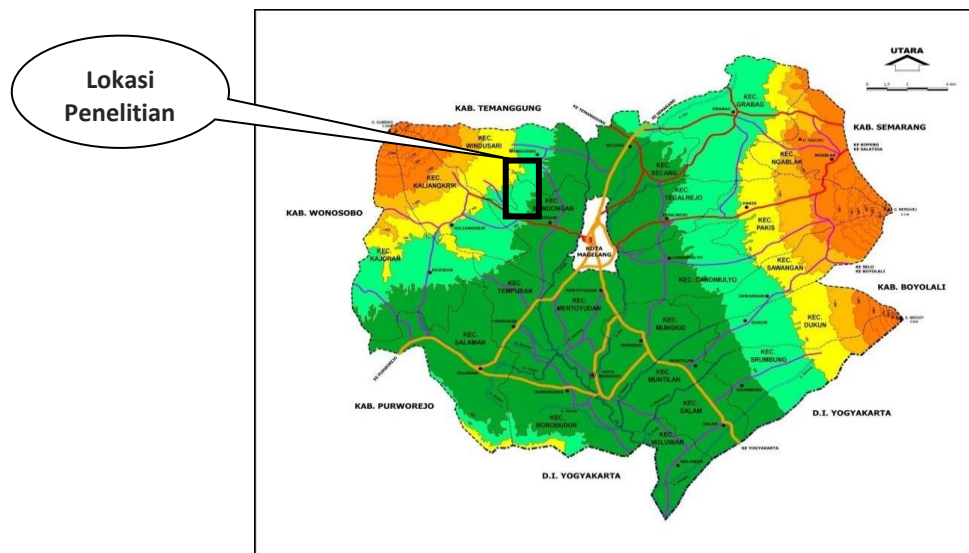
Kata-kata kunci: porositas, permeabilitas, airtanah, akifer

PENDAHULUAN

Studi hidrogeologi ini dilakukan di daerah Kaliangkrik dan sekitarnya, Kabupaten Magelang (Gambar-1). Daerah ini berada pada lereng bagian selatan G. Sumbing (Gambar-2). Daerah ini berbatasan dengan Kabupaten Temanggung (utara), Kabupaten Wonosobo (barat), Kota Magelang (timur) dan Kabupaten Purworejo (selatan). Secara hidrogeologis, daerah penelitian termasuk

dalam cekungan airtanah (CAT) Magelang-Temanggung [1].

Daerah penelitian tersusun oleh batuan vulkanik hasil aktivitas G. Sumbing, antara lain breksi vulkanik dan tuf. Batuan tersebut akan mendukung potensi airtanah setempat, dengan karakteristik masing-masing. Oleh karenanya, petrofisik batuan tersebut perlu diketahui untuk memahami kaitannya dengan potensi airtanah setempat.



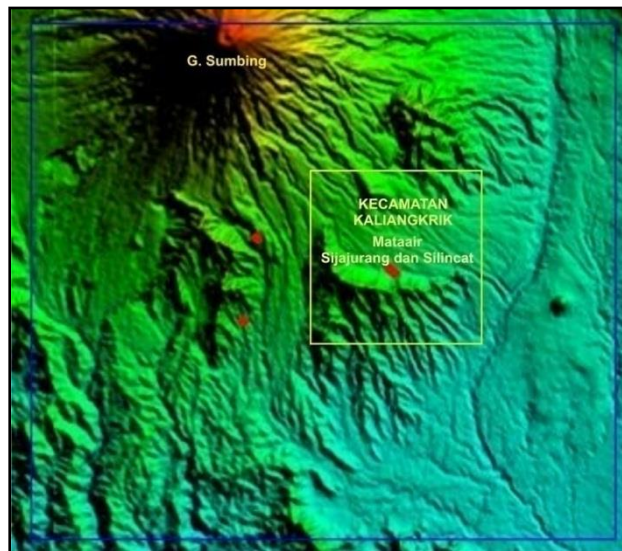
Gambar-1. Lokasi daerah penelitian.

METODOLOGI

Penelitian diawali dengan survei geologi lapangan, menggunakan alat geologi seperti palu, kompas, lup serta peralatan hidrogeologi antara lain pengukur debit mataair. Pengamatan geologi dilakukan pada lokasi di sekitar mataair, meliputi deskripsi morfologi, batuan serta struktur geologi. Pengukuran debit mataair serta deskripsi terhadap sifat fisik air dilakukan untuk melengkapi data hidrogeologi. Survei geologi lapangan ini dilengkapi

dengan pengambilan sampel batuan pada lokasi mataair terpilih.

Sampel batuan diambil untuk diuji sifat-sifat fisiknya di laboratorium. Analisis sifat fisik batuan dilakukan untuk mengetahui karakteristik batuan, terutama mengenai porositas dan permeabilitas. Selanjutnya, analisis studio dilakukan berdasarkan kompilasi data geologi lapangan dan hasil uji laboratorium.



Gambar-2. Citra penginderaan jauh daerah daerah penelitian berdasarkan global mapper.

HASIL DAN DISKUSI

Kondisi Mataair

Sebanyak 13 mataair dijumpai di daerah penelitian dengan berdebit kecil hingga besar [2] (Tabel-1). Mataair yang cukup besar di Kecamatan Kaliangkrik antara lain dapat dijumpai di Dusun Mangli, Temanggal dan Gembongan. Pemunculan mataair di daerah penelitian sering dikontrol oleh adanya topografi yang berbukit-bukit (Gambar-3). Kadang-kadang dijumpai daerah yang relatif datar atau bergelombang lemah pada area yang tak terlalu luas. Relief yang cukup kasar seringkali menghasilkan morfologi bukit dan lembah, dimana pada sisi lereng sering terjadi pemunculan mataair akibat pemotongan topografi.

Ciri fisik air yang muncul pada mataair di Dusun Mangli cukup jernih, tak berwarna, tak berbau, tak berasa, dengan debit air sebesar 25 L/dtk dan berada di ketinggian 1370 m dpl. Mataair di Dusun Temanggal, Kelurahan Bumirejo berada di ketinggian 570 m dpl juga menunjukkan kondisi yang tak berwarna (jernih), tak

berbau, dan tanpa rasa, adapun debit air sebesar 13,38 l/dtk. Mataair di Dusun Gembongan berada di ketinggian 1005 m dpl, memiliki air yang juga jernih (tak berwarna), tanpa bau dan rasa, dengan debit air sebesar 33,7 L/dtk.

Mataair di Kecamatan Kaliangkrik dimungkinkan terjadi karena pemotongan aliran airtanah akibat morfologi. Dari pengamatan lapangan diketahui bahwa pada umumnya mataair di kecamatan ini dikontrol oleh kontak antar batuan dan antar butir batuan. Mataair yang muncul melalui antar butir batuan antara lain mataair di Dusun Tersemi, Ketangi, Ngawen, Banjaran, Kaliangkrik, Gendolan, Godegan dan Pungangan. Kemudian mataair yang muncul karena kontak antar batuan yaitu mataair Sigalawah (Gambar-4). Daerah tempat munculnya mataair pada bagian atasnya umumnya terdapat endapan aluvial yang cukup tebal $\pm 1-8$ m yang telah dijadikan sebagai area pertanian oleh masyarakat setempat. Mataair Silincat juga muncul dari akifer breksi melalui porositas retakan dan antar butir (Gambar-5).

Tabel-1. Data debit dan sifat fisik mataair.

No.	Lokasi	Debit L/dtk	Elevasi (dpl)	Warna	Bau	Rasa
1	Bumirejo	-	590	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
2	Sigalawah	10	805	Jernih	Tidak Berbau	Tidak Berasa
3	Sijajurang	-	573	Jernih	Tidak Berbau	Tidak Berasa
4	Silincat	8	555	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
5	Tersemi	4,5	629	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
6	Ketangi	-	673	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
7	Ngawen	-	674	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
8	Banjaran	0,62	718	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
9	Kaliangkrik	-	720	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
10	Gendolan	-	593	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
11	Godegan	-	984	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
12	Pungangan	-	1099	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
13	Girirejo	-	657	Jernih	Tidak berbau	Tidak berasa
14	Mangli	25	570	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa
15	Gembongan	13,38	1005	Jernih	Tidak berbau	Tidak Berasa



Gambar-3. Kenampakan tinggian di selatan dari mataair Sijajurang dan Silincat.



Gambar-4. Kenampakan munculnya mataair karena kontak batuan antara breksi dan tuf di lokasi mataair Sigalawah.



Gambar-5. Kenampakan munculnya mataair dari pori breksi di lokasi mataair Silincat.

Analisis Sifat Fisik Batuan

Beberapa contoh batuan telah diuji sifat fisiknya, meliputi densitas, porositas dan permeabilitas batuan (Tabel 2 – 4). Uji porositas dilakukan dari dua sampel yaitu andesit di Dusun Pungangan dan batupasir tufan yang hadir sebagai matriks breksi di sekitar mataair Silincat. Batuan tersebut memiliki porositas sebesar 22,81% dan 55,34% (Tabel-2), menunjukkan porositas bagus – sangat bagus (*porous*). Porositasnya yang tinggi menyebabkan batuan ini berpotensi baik sebagai akifer airtanah, karena kemampuannya yang besar untuk menyimpan air. Nilai porositas sampel batuan cukup besar, setidaknya jika dibandingkan dengan harga porositas basalt (17%) dan pasir halus (43%) menurut Morris dan Johnson (1967, dalam [3]).

Porositas matriks breksi bertipe porositas antar butir (*intergranular porosity*). Porositas pada andesit (fragmen breksi) bertipe celah / rekahan (*fissure / crack porosity*). Porositas rekahan ini didukung oleh banyaknya kekar yang pada massa batuan tersebut.

Pada pengujian densitas batuan, fragmen breksi dan tuf menunjukkan densitas yang sangat berbeda. Kedua sampel (fragmen breksi dan tuf) yang berasal dari Giriwarno memiliki densitas 2,3 gr/cm³ untuk batuan beku (andesit fragmen breksi) dan 0,8 gr/cm³ pada batuan tuf. Tuf memiliki densitas cukup kecil (ringan) dan biasanya bersifat lunak.

Tabel-4 adalah data hasil uji permeabilitas batuan sampel penelitian. Pada tabel itu ditunjukkan harga kelulusan air dari tuf di daerah Sigalawah sebesar 9,6065.10⁻⁶ cm/detik atau sekitar 0,0083 m/hr, sedangkan fragmen breksi di sekitar mata air Silincat memiliki permeabilitas sebesar 9,5619.10⁻⁷ cm/detik atau 0,000826 m/hr. Nilai permeabilitas batuan tersebut menurut Bureau of Reclamation (1977, dalam [3]) dianggap rendah. Nilai konduktivitas hidraulik (permeabilitas) yang rendah (10⁻² – 10⁻⁴) sering ditunjukkan oleh *unconsolidated deposits* (misalnya lanau, lempung ataupun campuran pasir – lanau – lempung) atau batuan terkonsolidasi (misalnya *mudstone*, batugamping, dan serpih). Morris dan Johnson (1967, dalam [3]) menyebut harga permeabilitas tuf berada pada besaran sekitar 0,2 m/hr sedangkan basalt 0,01 m/hr. Ternyata, tuf dan batuan beku yang diteliti mempunyai angka permeabilitas lebih kecil dari nilai permeabilitas lanau (0,08 m/hr) tetapi lebih besar dari harga permeabilitas untuk lempung (0,0002) menurut Morris dan Johnson (1967, dalam [3]). Tuf maupun batuan beku (fragmen breksi) tersebut memiliki permeabilitas yang sangat rendah. Lapisan tuf impermeabel ini dapat menahan lajunya aliran airtanah. Pemunculan beberapa mataair di daerah penelitian ini dikontrol oleh kehadiran lapisan tuf ini.

Tabel-2. Hasil pengujian porositas batuan.

Sampel	Lokasi	Berat jenis (G)	Angka pori (e)	Kadar pori (n) (%)	Keterangan
KAP-1	Pungangan	2,83	0,30	22,81	Batuan beku (andesit)
KAP-2	Mataair Silincat	2,68	1,24	55,34	Matriks breksi

Tabel-3. Hasil pengujian densitas batuan.

Sampel	Lokasi	Parameter	Nilai	Keterangan
KAD-1	Giriwarno	Berat jenis (G)	2,8264	Fragmen breksi
		Densitas	2,3003 gr/cm ³	
KAD-2	Giriwarno	Berat jenis (G)	2,5944	Tuf
		Densitas	0.8188 gr/cm ³	

Tabel-4. Hasil uji nilai permeabilitas batuan.

Sampel	Lokasi	Permeabilitas (K) (cm/dtk)	Keterangan
KAM-1	Sigalawah	$9,6065 \cdot 10^{-6}$	Tuf
KAM-2	Silincat	$9,5619 \cdot 10^{-7}$	Fragmen breksi

Tabel-5 menunjukkan stratigrafi daerah penelitian. Tampak dalam kolom stratigrafi tersebut, daerah penelitian tersusun oleh breksi gunung api dengan ukuran butir bervariasi. Tekstur batuan menunjukkan kemas terbuka dengan sortasi kurang bagus, ukuran butir halus hingga bongkah. Sortasi yang kurang baik ini pada umumnya

menghasilkan porositas yang relatif rendah [4], [5], namun adanya proses pelapukan dan tektonik yang memberikan retakan-retakan maka batuan tersebut dapat mengalami peningkatan porositas. Porositas yang tinggi menunjukkan bahwa wilayah tersebut dapat menampung banyak air [6].

Tabel-5. Kolom Itologi daerah penelitian.

Formasi	Sat. Batuan	Tebal (m)	Litologi	Ukuran Butir										Elevasi (dpl) (m)	Pemerian	
				Lessing	Lempai	Pasir Halus	Pasir Sedang	Pasir Kasar	Kerakal	Keras	Keras	Keras	Keras			
Breksi Sumbing Tua	Satuan Batuan Breksi													589	Terdapat soil dari batuan breksi dengan warna merah terdapat fragmen dari breksi berukuran kerikil - kerakal dengan ketebalan soil ≥ 4 meter.	
															566 - 589	Terdapat batuan berupa tuff lapili dengan warna lapuk kuning - kecoklatan, warna segar abu-abu tua, tekstur klastik, ukuran butir pasir - kerakal, bentuk butir subrounded, struktur masif, kemas terbuka, sortasi buruk, porositas baik, permeable.
															555 - 566	Terdapat batuan breksi dengan warna lapuk coklat - kehitaman, warna segar abu-abu - kecoklatan, tekstur klastik, ukuran butir kerakal - bongkah, bentuk butir subangular, struktur masif, matriks pasir tuffan, kemas terbuka, sortasi buruk, porositas baik, permeable. Terdapat litologi ini di sekitar mataair Silincat, berupa endapan sungai dan dibagikan atasnya berupa pelapukan dari breksi. Ketebalan dari batuan ini ± 9 meter.
															562 - 573	Terdapat batuan breksi dengan warna lapuk coklat - kehitaman, warna segar coklat tua, tekstur klastik, ukuran butir kerakal - bongkah, bentuk butir sub angular - angular, struktur masif, matriks pasir kemas terbuka, sortasi buruk, porositas baik, permeable. Sebagian berupa endapan - endapan sungai, dan di sekitar terdapatnya mataair Siganjuran batuan berupa bongkah - bongkah dari fragmen breksi. Ketebalan dari litologi ini ± 11 meter.



Endapan vulkaniklastik dapat menjadi lapisan pembawa air yang sangat potensial dalam suatu cekungan airtanah [7,8]. Demikian pula di daerah penelitian, batuan vulkaniklastik yang berupa breksi vulkanik dapat menjadi akifer yang baik apalagi jika didukung dengan kekar yang cukup intensif. Selain itu, lava yang vesikuler juga merupakan lapisan akifer yang potensial.

Selain kondisi petrofisik batuan dan tata guna lahan pada suatu daerah resapan, struktur geologi juga memegang peran penting dalam menentukan potensi airtanah. Kelurusan struktur geologi di permukaan bahkan juga bisa diakibatkan oleh reaktifasi tektonik yang telah membentuk struktur geologi di bawah permukaan [9]. Di daerah penelitian, kelurusan lembah yang membentuk morfologi resen juga dapat didukung oleh tektonik Kuartir masa kini.

Petrofisik batuan merupakan faktor pendukung potensi airtanah di suatu cekungan. Selain itu, potensi airtanah di suatu daerah juga didukung oleh karakteristiknya sebagai daerah resapan ataupun lahan. Karakteristik batuan merupakan sifat alami yang menentukan potensi airtanah dan mendukung terjadinya infiltrasi daerah resapan. Oleh karenanya, manajemen yang berkelanjutan sangat diperlukan pada suatu daerah resapan, bahkan pada daerah luhan [10].

Petrofisik batuan memegang peran penting pada potensi airtanah suatu daerah. Adanya zona rekahan pada media geologi membantu terciptanya media saluran dan penyimpanan airtanah. Batuan vulkanik yang kompak dan keras juga memungkinkan berpotensi sebagai akifer airtanah bila memiliki retakan yang cukup rapat [11]. Bahkan pada lapisan serpihpun, potensi airtanah bisa cukup besar apabila dijumpai zona rekahan [12]. Oleh karenanya, batuan vulkanik yang ada di daerah penelitian dapat menjadi akifer yang bagus karena banyaknya rekahan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian di daerah Kaliangkrik dengan analisis permeabilitas, porositas dan kecepatan Peresapan menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Porositas batuan yang berpotensi sebagai akifer bertipe antar butir dan retakan. Andesit dan batupasir tufan (matriks breksi) pada daerah di sekitar mataair Silincat memiliki porositas sebesar 22,81% dan 55,34%, yang berarti bahwa batuan di daerah Kaliangkrik dan sekitarnya cukup – sangat berpori.
2. Fragmen breksi di daerah Kaliangkrik menunjukkan densitas $2,3 \text{ gr/cm}^3$, sedangkan tuf memiliki densitas $0,8 \text{ gr/cm}^3$ (ringan). Tuf biasanya ditemukan dalam kondisi lunak.
3. Pemunculan beberapa mataair dikontrol oleh kehadiran lapisan tuf ini. Tuf di daerah penelitian memiliki harga kelulusan air sebesar $9,60 \cdot 10^{-6} \text{ cm/detik}$ atau sekitar $0,0083 \text{ m/hr}$, sedangkan fragmen breksi memiliki permeabilitas rendah yaitu sebesar $9,56 \cdot 10^{-7} \text{ cm/detik}$ atau $0,0008 \text{ m/hr}$.
4. Batuan yang berfungsi sebagai akifer adalah breksi andesit yang terkekarkan, melalui porositas celah serta lava vesikuler. Kecepatan peresapan didukung oleh permeabilitas batuan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tulisan ini dibuat berdasarkan data yang diperoleh dari pekerjaan DPU dan CV. Tata Reka Consultant pada tahun 2010, oleh karenanya penulis mengucapkan terimakasih atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk melakukan kajian lapangan pada pekerjaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Geologi. 2011. *Atlas Cekungan Air Tanah Indonesia*. Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral. Bandung.
- [2] DPU dan CV. Tata Reka Consultants. 2010. *Studi Geohidrologi Daerah Sekitar Mataair dan Sekitarnya Kecamatan Kaliangkrik, Kabupaten Magelang*. Laporan Akhir, tidak dipublikasikan.
- [3] Todd, D.K. 1980. *Groundwater Hydrology*. 2nd Ed., John Wiley & Sons. New York.
- [4] Freeze, R.A. & Cherry, J.A. 1979. *Groundwater*. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. New Jersey.
- [5] Listyani R.A., T. 2020. Identifikasi Petrofisik Batuan sebagai Pendukung Karakteristik Hidrolik Akuifer pada Sub DAS Code, Yogyakarta. *Jurnal Geosapta*. vol 6. no 2. hal. 103-109.
- [6] Fajana, A.O. 2020. Groundwater aquifer potential using electrical resistivity method and porosity calculation: a case study. *NRIAG Journal of Astronomy and Geophysics*. vol 9. No 1. Hal. 168-175.
- [7] Hendrayana, H. dan Vicente, V. A. S. 2013. Cadangan Air Tanah berdasarkan Geometri dan Konfigurasi Sistem Akuifer Cekungan Air Tanah Yogyakarta-Sleman. *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-6*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. 11-12 Desember 2013.
- [8] Kusumayudha, S.B. 2002. Hidrogeologi Lereng Baratdaya dan Selatan Gunung Merapi : Sistem dan Model Konseptual, dalam *Prosiding Sumberdaya Geologi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah*. Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Pengurus Daerah DIY – Jateng.
- [9] Riswandi, H., Sukiyah, E., Alam, B.Y.C.S.S.S, Hadian, M.S.D. 2020. Morphotectonic Identification Utilizing Satellite Imagery Processing on the Southern Part of Merapi Mount in Yogyakarta. *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology*. vol 10. no 3. Hal. 1326 – 1333.
- [10] Putranto, T.T. dan Aryanto, D.E. 2018. Spatial Analysis to Determine Groundwater Recharge Area in Purworejo Regency, Central Java Province/Indonesia. *Proc. of ICENIS 2018*. E3S Web of Conferences 73, 0 (2018).

- [11] Listyani R.A.,T., Sulaksana, N., Alam, B.Y.C.S.S.S., Sudradjat, A. 2021. Groundwater flow model in the center of West Progo Dome based on hydrochemical and isotopic characteristics. *Bulletin of the Geological Society of Malaysia*. vol 71. hal. 227-241.

- [12] Ashraf, M. A. M., Yusoh, R., Sazalil, M. A.and Abidin, M. H. Z. 2018. Aquifer Characterization and Groundwater Potential Evaluation in Sedimentary Rock Formation, *ISMAP 2017*, IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 995 (2018) 012106.