

ANALISIS POROSITAS BATUGAMPING SEBAGAI AKUIFER DI DESA PONJONG, KECAMATAN PONJONG KABUPATEN GUNUNGKIDUL, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Danis Agoes Wiloso¹, Ratmy²

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, IST AKPRIND
Yogyakarta

e-mail danisagoes@akprind.ac.id

²Mahasiswa Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, IST AKPRIND Yogyakarta
e-mail ratmy.amy60@gmail.com

ABSTRACT

The purpose of this research is to know the porosity of limestone as aquifer in Ponjong Village, Ponjong District, Gunungkidul Regency, Daerah Istimewa Yogyakarta Province. Geographically of research area lies at the coordinates of 110°43'00" east and 08°00'00" LS - 110°44'30" BT and 08°01'00" LS and area extent ± 3 Km.

The method used in this study is to combine secondary data in the form of literature study and previous research related to the title of seminar and primary data in the form of data obtained based on field observation and porosity analysis in the laboratory, where the porosity analysis used is to test the physical properties (porosity) rock.

Porosity analysis was performed using 5 samples. Test results on 5 test samples showed varying porosity values. From the test results obtained a small porosity value in sample 2 ($\phi = 5.16\%$), sample 3 ($\phi = 8.09\%$), and sample 5 ($\phi = 5.41\%$), medium porosity value in sample 4 ($\phi = 10.07\%$), and Large porosity values in sample 1 ($\phi = 22.23\%$). This shows that sample 1 is excellent as an aquifer while sample 2, sample 3, sample 4, and sample 5 are not good as aquifers.

Keywords: Limestone, Ponjong, porosity, aquifer, sample.

INTISARI

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui porositas batugamping sebagai akuifer di Desa Ponjong, Kecamatan Ponjong, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Penelitian secara geografis terletak pada koordinat 110°43'00" BT dan 08°00'00" LS - 110°44'30" BT dan 08°01'00" LS dan luasan daerah ± 3 Km.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggabungkan data sekunder berupa studi pustaka dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul seminar dan data primer berupa data yang didapatkan berdasarkan pengamatan lapangan dan analisis porositas di laboratorium, dimana analisis porositas yang dipakai adalah menggunakan pengujian sifat fisik (porositas) batuan.

Analisis porositas dilakukan dengan menggunakan 5 sampel uji. Hasil pengujian pada 5 sample uji menunjukkan nilai porositas yang bervariasi. Dari hasil pengujian diperoleh nilai porositas kecil pada sample 2 ($\phi = 5.16\%$), sample 3 ($\phi = 8.09\%$), dan sample 5 ($\phi = 5.41\%$), nilai porositas sedang pada sample 4 ($\phi = 10.07\%$), dan nilai porositas besar pada sample 1 ($\phi = 22.23\%$). Ini menunjukkan bahwa sample 1 sangat baik sebagai akuifer sedangkan sample 2, sample 3, sample 4, dan sample 5 tidak baik sebagai akuifer.

Kata Kunci: Batugamping, Ponjong, Porositas, Akuifer, Sample

PENDAHULUAN

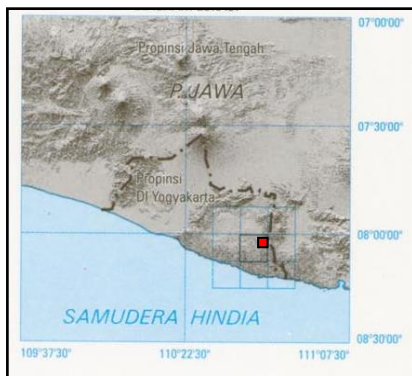
Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu provinsi yang memiliki sumber daya alam melimpah, yang terdiri dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan tidak diperbaharui. Dengan meningkatnya jumlah populasi manusia, terutama di Indonesia yang diperkirakan lebih dari 200 juta manusia, mengakibatkan meningkatnya kebutuhan manusia dari

berbagai macam sektor, terutama dalam hal sektor ketersediaan air bersih.

Air bersih merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia yang diperoleh dari berbagai sumber, tergantung pada kondisi daerah setempat. Kondisi sumber air pada setiap tempat berbeda-beda, tergantung pada keadaan alam dan kegiatan manusia yang terdapat di daerah tersebut. Di wilayah Gunungkidul, air menjadi sangat penting bagi kegiatan rumah tangga dan

pertanian. Di musim kemarau, warga sekitar kesulitan mendapatkan air bersih, sedangkan di musim penghujan warga menggunakan air hujan yang ditampung kemudian dimanfaatkan sesuai kebutuhan masing-masing.

Daerah Penelitian terletak di Zona Pegunungan Selatan yang secara geologi menarik untuk diteliti karena didominasi batugamping. Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat $110^{\circ}43'00''$ BT dan $08^{\circ}00'00''$ LS - $110^{\circ}44'30''$ BT dan $08^{\circ}01'00''$ LS. Penyusun berharap dengan dilakukan penelitian di daerah tersebut, penyusun dapat memberikan informasi mengenai porositas batugamping sebagai akuifer pada daerah penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Daerah Penelitian, kotak merah lokasi penelitian (Modifikasi dari Peta RBI Lembar Yogyakarta)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui porositas batugamping sebagai akuifer pada daerah penelitian.

DASAR TEORI

Secara fisiografis daerah penelitian masuk pada Zona Pegunungan Selatan Jawa (Bemmelen, 1949). Pegunungan selatan merupakan perbukitan yang terangkat dan miring ke arah selatan.

Urutan Stratigrafi di Pegunungan Selatan dari yang tua ke muda adalah Formasi Wungkal-Gamping, Formasi Kebo-Butak, Formasi Semilir, Formasi Nglanggran, Formasi Sambipitu, Formasi Oyo, Formasi Wonosari, Formasi Kepek serta Endapan Permukaan (Surono, dkk, 1992).

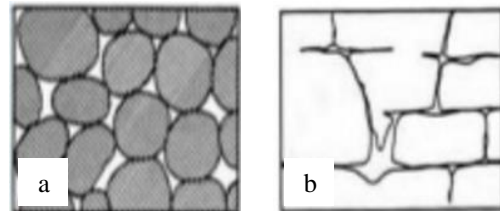
Porositas suatu medium adalah perbandingan volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh batuan. Perbandingan ini biasanya dinyatakan dalam persen dan disebut porositas (Koesoemadinata, 1980). Dikenal dua jenis porositas yaitu porositas absolut dan

porositas efektif. Porositas absolut yaitu perbandingan suatu rongga pori-pori terhadap volume total seluruh batuan. porositas efektif yang merupakan perbandingan suatu rongga pori-pori yang saling terhubung terhadap volume total seluruh batuan.

Ditinjau dari segi cara terjadinya porositas dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu (Koesoemadinata, 1980):

1. Porositas primer (rongga primer) atau disebut juga antar-butir (intergranular) Porositas primer adalah porositas yang dibentuk pada waktu batuan diendapkan, jadi sangat tergantung pada sedimentasi.
2. Porositas sekunder atau pori yang dibentuk kemudian

Porositas sekunder atau pori terinduksikan, yang berarti porositasnya dibentuk oleh beberapa gejala dari luar, seperti gejala tektonik dan pelarutan (Gambar 2).



Gambar 2. Porositas pada batuan, a. Porositas primer, b. Porositas sekunder hasil pelarutan pada batugamping (Prabowo, 2015)

Porositas suatu batuan akan dipengaruhi oleh beberapa faktor (Todd, 1980):

- 1) Ukiran butir atau *grain size*, semakin kecil ukuran butir maka rongga yang terbentuk akan semakin kecil dan sebaliknya jika ukuran butir besar maka rongga yang terbentuk juga semakin besar.
- 2) Bentuk butir atau *sphericity*, batuan dengan bentuk butir jelek akan memiliki porositas yang besar, sedangkan batuan dengan bentuk butir baik maka akan memiliki porositas yang kecil.
- 3) Pemilahan, apabila pemilahan butiran baik maka ada keseragaman sehingga porositasnya akan baik pula. Pemilahan yang jelek menyebabkan butiran yang berukuran kecil akan menempati rongga diantarabutiran yang lebih besar akibatnya porositasnya rendah.
- 4) Komposisi mineral, apabila penyusun batuan terdiri dari mineral-mineral

yang mudah larut seperti golongan karbonat maka porositasnya akan baik karena rongga-rongga akibat proses pelarutan dari batuan tersebut.

- 5) Sementasi, material semen pada dasarnya akan mengurangi harga porositas. Material yang dapat berwujud

semen adalah silika, oksida besi dan mineral lempung.

- 6) Kompaksi dan pemampatan, adanya kompaksi dan pemampatan akan mengurangi harga porositas. Apabila batuan terkubur semakin dalam maka porositasnya akan semakin kecil karena adanya penambahan beban (Tabel 1).

Tabel 1. Porositas beberapa macam batuan (Todd, 1980)

Batuan	Porositas (Φ)
Tanah	50-60
Lempung	45-55
Lanau	40-50
Campuran kerikil kasar dan menengah	35-40
Pasir seragam	30-40
Campuran pasir halus dan menengah	30-35
Kerikil	30-40
Kerikil dan pasir	20-35
Batupasir	10-20
Serpih	1-10
Batugamping	1-10

Cara untuk menghitung presentase porositas batuan menggunakan perhitungan pengujian sifat fisik batuan dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Porositas (\%)} = \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\%$$

Keterangan :

W_w = Berat percontoh jenuh (setelah dijenuhkan selama 24 jam), gram

W_o = Berat percontoh kering (setelah dioven selama 24 jam), gram

W_s = Berat percontoh jenuh yang tergantung dalam air, gram

Todd (1980) menyatakan bahwa akuifer berasal dari bahasa latin yaitu *aqui* dari kata *aqua* yang berarti air dan *ferre* yang berarti membawa, jadi akuifer adalah lapisan pembawa air.

Akuifer berhubungan erat dengan porositas. Nilai porositas akuifer sangat ditentukan oleh tekstur dan struktur mineral atau partikel-partikel atau butir-butir penyusun batuan. Semakin kasar tekstur dengan struktur lepas, maka semakin tinggi batuan meloloskan sejumlah airtanah. Sebaliknya, semakin halus tekstur dengan struktur semakin tidak teratur atau semakin mampat, maka semakin rendah kemampuan batuan untuk meloloskan sejumlah airtanah. Dengan demikian setiap jenis batuan akan mempunyai nilai porositas yang berbeda dengan jenis batuan lainnya. Besarnya cadangan air tanah atau hasil jenis yang

dapat tersimpan dalam akuifer sangat ditentukan oleh sifat fisik batuan penyusun akuifer (tekstur dan struktur butir-butir penyusunannya).

METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penyusunan naskah seminar ini yaitu menggabungkan sumber data sekunder dan data primer untuk menganalisis porositas batugamping pada daerah penelitian. Analisis batugamping dilakukan dengan menggunakan metode pengujian sifat fisik batuan.

Data sekunder yang digunakan adalah peta geologi regional lembar Yogyakarta dan peneliti terdahulu.

Data primer adalah pengambilan 5 sample batugamping yang mewakili di daerah penelitian.

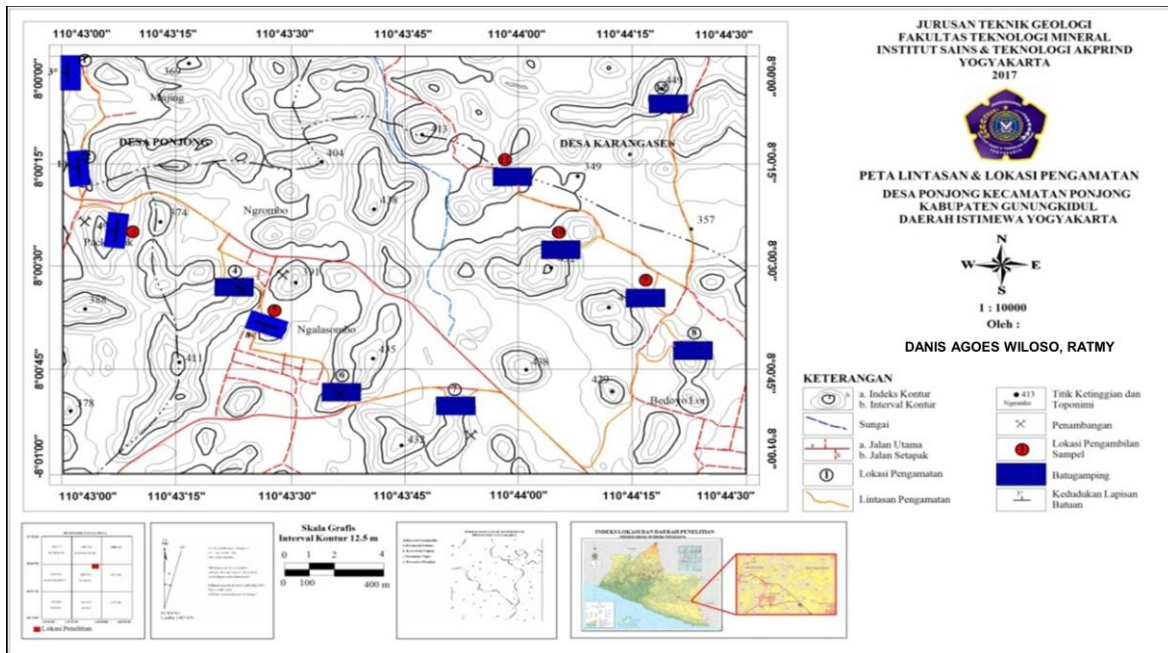
Analisis 5 sample batugamping dilakukan dengan menggunakan metode pengujian sifat fisik batuan dan dilakukan di Laboratorium Geologi Teknik & Tata Lingkungan, Jurusan Teknik Geologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Pada pengambilan data di lapangan dilakukan sampling batuan dan deskripsi berupa warna, struktur dan tekstur batugamping. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampling pada 5 lokasi pengamatan (Gambar 3 dan Tabel 2)). Pengambilan sampel batuan dilakukan

dengan mempertimbangkan perbedaan ciri fisik batuan dan litologi yang masih *fresh*.



Gambar 3. Lokasi pengamatan dan lokasi pengambilan sample batugamping untuk analisis porositas/lingkaran merah (Modifikasi Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 1407-634 (Semenu))

Tabel 2. Lokasi pengambilan sample batugamping (Penulis, 2017)

No Sample	Koordinat	
	Lintang Selatan	Bujur Timur
Sample 1	08°00'38.5"	110°43'25.5"
Sample 2	08°00'25"	110°43'07"
Sample 3	08°00'37"	110°44'16"
Sample 4	08°00'28"	110°44'07"
Sample 5	08°00'17"	110°43'58"

Tahapan selanjutnya adalah dilakukan pengujian dan perhitungan porositas pada 5 sampel uji yang telah dipotong dengan ukuran berbentuk kubus. Tahapan pengujian atau langkah kerja dalam pengujian adalah : Siapkan sampel batuan yang telah dipotong dengan ukuran 5cm x 5cm x 5cm, dimana tiap sampel berjumlah 3 buah (Gambar 4)



Gambar 4. Potongan kelima sample sebelum dilakukan uji sifat fisik (Penulis, 2017)

Kemudian timbang masing-masing sample yang sudah dipotong tersebut sebagai Berat Contoh Asli/Wn (Gambar 5).



Gambar 5. Penimbangan sample dengan menggunakan timbangan digital (Penulis, 2017)

Setelah ditimbang sample dikering ke dalam oven dengan suhu 80°-100°C selama 24 jam (Gambar 6)



Gambar 6. Pengeringan sample di dalam oven selama 24 jam (Penulis, 2017)

Setelah 24 jam masing-masing sample ditimbang kembali sebagai Berat Conto Kering/Wo (Gambar 7).



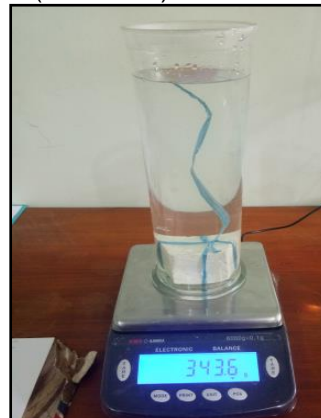
Gambar 7. Penimbangan sample setelah dikeringkan (Penulis, 2017)

Setelah ditimbang berat conto kering masing-masing sample langkah selanjutnya adalah merendam masing-masing sample ke dalam gelas ukur yang diisi air, perendaman dilakukan selama 24 jam (Gambar 8).



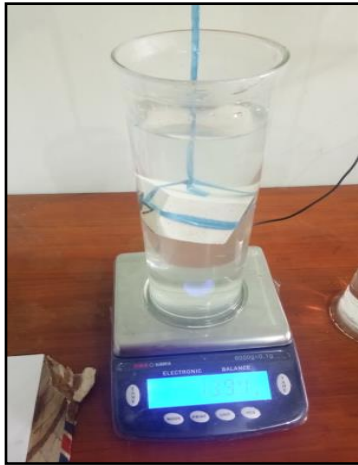
Gambar 8. Perendaman sample selama 24 jam (Penulis, 2017)

Setelah perendaman sample selama 24 jam dilakukan penimbangan, hasil penimbangan sebagai Berat Conto Jenuh/Ww (Gambar 9).



Gambar 9. Penimbangan sample setelah direndam 24 Jam (Penulis, 2017)

Setelah didapat nilai Berat Conto Jenuh, tarik tali atau benang yang terikat pada sampel (dengan posisi gelas ukur berada diatas timbangan) hingga sampel terposisi tergantung di dalam air. catat hasil timbangannya sebagai (Ws) Berat Conto Jenuh Tergantung dalam Air (Gambar 10).



Gambar 10. Penimbangan berat jenuh sampel tergantung dalam air (Penulis, 2017)

Prosedur ini dilakukan untuk semua sample yang akan dianalisis.

Tabel 3. Rerata pengujian berat 5 sample batugamping (Penulis, 2017)

KODE SAMPLE	PARAMETER UJI			
	Berat Contoh Asli (Wn), gr	Berat Contoh Kering (Wo), gr	Berat Contoh Jenuh (Ww), gr	Berat Contoh Jenuh yang tergantung dalam air (Ws), gr
1	237.8	237.47	267.93	130.9
2	319.13	318.63	328.5	137.43
3	303.3	302.77	317.1	139.97
4	288.3	288.17	304.77	139.9
5	291.43	291.23	300.37	131.53

Analisis porositas batugamping pada daerah penelitian menggunakan perhitungan porositas pada pengujian sifat fisik batuan, dengan sampel yang diuji sebanyak 5 buah. Rumus yang digunakan untuk perhitungan adalah :

$$\text{Porositas (\%)} = \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\%$$

Perhitungan porositas Sampel 1 batugamping pada daerah penelitian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Porositas (\%)} &= \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{267.93 \text{ gr} - 237.47 \text{ gr}}{267.93 \text{ gr} - 130.9 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{30.46 \text{ gr}}{137.03 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= 22.23\% \end{aligned}$$

Perhitungan porositas Sampel 2 batugamping pada daerah penelitian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Porositas (\%)} &= \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{328.5 \text{ gr} - 318.63 \text{ gr}}{328.5 \text{ gr} - 137.43 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{9.87 \text{ gr}}{191.07 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= 5.16\% \end{aligned}$$

Perhitungan porositas Sampel 3 batugamping pada daerah penelitian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Porositas (\%)} &= \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{317.1 \text{ gr} - 302.77 \text{ gr}}{317.1 \text{ gr} - 139.97 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{14.33 \text{ gr}}{177.13 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= 8.09\% \end{aligned}$$

Perhitungan porositas Sampel 4 batugamping pada daerah penelitian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Porositas (\%)} &= \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{304.77 \text{ gr} - 288.17 \text{ gr}}{304.77 \text{ gr} - 139.9 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{16.6 \text{ gr}}{164.87 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= 10.07\% \end{aligned}$$

Perhitungan porositas Sampel 5 batugamping pada daerah penelitian adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Porositas (\%)} &= \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{300.37 \text{ gr} - 291.23 \text{ gr}}{300.37 \text{ gr} - 131.53 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= \frac{9.14 \text{ gr}}{168.84 \text{ gr}} \times 100\% \\ \text{Porositas (\%)} &= 5.41\% \end{aligned}$$

Tabel 4. Hasil perhitungan porositas sample yang dibandingkan dengan klasifikasi Todd, 1980

Kode Sampel	Nilai Porositas (%) Hasil perhitungan	Klasifikasi Todd (1980)
1	22.23	(20% - 25%) Besar
2	5.16	(1% - 10%) Kecil
3	8.09	(1% - 10%) Kecil
4	10.07	(10% - 20%) Sedang
5	5.41	(1% - 10%) Kecil

PEMBAHASAN

Dari hasil analisis porositas diatas, didapatkan nilai porositas yang bervariasi pada tiap sampel uji. Terdapat 3 nilai porositas yang berbeda. Nilai porositas yang didapat yaitu porositas besar pada sampel 1, porositas sedang pada sampel 4, dan porositas kecil pada sampel 2, sampel 3, dan sampel 5. Perbedaan nilai porositas pada ke 5 sampel ini menunjukkan bahwa hanya sampel 1 pada daerah penelitian yang bersifat sangat baik sebagai akuifer karena memiliki nilai porositas yang besar dimana semakin besar porositas batuan, maka semakin besar pula air yang dapat tersimpan dalam batuan tersebut. Sedangkan sampel 2, sampel 3, sampel 4, dan sampel 5 kurang atau tidak baik sebagai akuifer.

Sample 1 berdasarkan sayatan petrografis menunjukkan kandungan mikrit atau lumpur karbonat yang terkandung dalam sayatan sebanyak 10% dan hadir merata dalam sayatan. Sedikitnya kandungan lumpur karbonat yang terdapat dalam sayatan menunjukkan besarnya pori-pori yang terdapat pada sampel sehingga menyebabkan rongga batuan dapat menyimpan dan meloloskan air dengan baik dan memperbesar atau mempertinggi porositas batuan sebagai akuifer.

Sayatan petrografis sampel 2 menunjukkan kandungan mikrit atau lumpur karbonat yang terkandung dalam sayatan sebanyak 90% dan hadir merata dalam sayatan. Banyaknya kandungan lumpur karbonat yang terdapat dalam sayatan menunjukkan sedikitnya pori-pori yang terdapat pada sampel sehingga menyebabkan rongga batuan tidak dapat menyimpan dan meloloskan air dengan baik serta memperkecil porositas batuan sebagai akuifer.

Sayatan petrografis sampel 3 menunjukkan kandungan mikrit atau lumpur karbonat yang terkandung dalam sayatan sebanyak 50% dengan warna netral dan hadir merata dalam sayatan. Banyaknya kandungan lumpur karbonat yang terdapat dalam sayatan menunjukkan sedikitnya pori-pori yang terdapat pada sampel sehingga

menyebabkan rongga batuan tidak dapat menyimpan dan meloloskan air dengan baik dan memperkecil porositas batuan sebagai akuifer.

Sayatan petrografis sampel 4 menunjukkan kandungan mikrit atau lumpur karbonat yang terkandung dalam sayatan sebanyak 10% dan hadir merata dalam sayatan. Banyaknya kandungan lumpur karbonat yang terdapat dalam sayatan menunjukkan besarnya pori-pori yang terdapat pada sampel sehingga menyebabkan rongga batuan dapat menyimpan dan meloloskan air dengan baik dan memperbesar porositas batuan sebagai akuifer.

Sayatan petrografis sampel 5 menunjukkan kandungan mikrit atau lumpur karbonat yang terkandung dalam sayatan sebanyak 37% dan hadir merata dalam sayatan. Banyaknya kandungan lumpur karbonat yang terdapat dalam sayatan menunjukkan besarnya pori-pori yang terdapat pada sampel sehingga menyebabkan rongga batuan dapat menyimpan dan meloloskan air dengan baik dan memperbesar atau mempertinggi porositas batuan sebagai akuifer.

Hal yang mempengaruhi perbedaan nilai porositas di daerah penelitian diinterpretasikan adalah ukuran butir dan kemas pada batuan. Semakin besar ukuran butir maka akan memperbesar pori-pori batuan. Semakin terbuka kemas, butiran pada batuan tidak saling bersinggungan maka akan semakin memperbesar porositas batuan, sehingga batuan dapat menyimpan dan meloloskan air dengan baik. Ini disebabkan karena semakin kasar tekstur, maka semakin tinggi batuan meloloskan sejumlah airtanah, begitupula sebaliknya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian analisis porositas yang dilakukan pada 5 sampel uji, didapatkan nilai porositas yang bervariasi. Nilai porositas yang didapat yaitu, porositas sangat besar pada sampel 1 ($\phi = 22.23\%$), porositas sedang pada sampel 4 ($\phi = 10.07\%$), dan porositas kecil pada sampel 2 ($\phi = 5.16\%$), sampel 3 ($\phi = 8.09\%$), dan

sampel 5 ($\phi = 5.41\%$). Ini menunjukkan bahwa hanya sampel 1 pada daerah penelitian yang bersifat sangat baik sebagai akuifer karena memiliki nilai porositas yang besar dimana semakin besar porositas batuan, maka semakin besar pula air yang dapat tersimpan dalam batuan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1999, *Peta Rupabumi Digital Indonesia*, Skala 1:25.000, Lembar 1407-634 (Semenu), Badan Informasi Geospasial, Jakarta.

Bemmelen, R. W., 1949, *The Geology of Indonesia*, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland

Koesoemadinata, R. P., 1980, *Geologi Minyak Dan Gas Bumi*. Departemen Teknik Geologi, ITB, Bandung.

Surono, B. Toha, dan I. Sudarno., 1992, *Peta Geologi lembar Surakarta-Giritontro, Jawa, Skala 1:100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Todd, David K., 1980, *Groundwater Hydrology*, New York : John Wiley and Sons.