

Porositas Satuan Batupasir Penyatan Sebagai Akuifer Dengan Analisis Petrografi Menggunakan Cairan *Blue Dye*

Heldina Puspita Maharani¹, Dianto Isnawan², Herning Dyah Kusuma Wijayanti³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : dianto@itny.ac.id.

ABSTRAK

Batupasir merupakan salah satu batuan sedimen klastik yang memiliki porositas cukup baik, memiliki nilai porositas 30%-40% dan pada umumnya berperan sebagai *reservoir* atau akuifer yang butirannya berukuran pasir sangat halus sampai pasir sangat kasar. Penelitian ini dilakukan terhadap batupasir yang termasuk ke dalam Formasi Penyatan Daerah Kaloran Dan Sekitarnya, Kecamatan Pringsurat, Kabupaten Temanggung, Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan hasil perhitungan nilai porositas menggunakan bantuan cairan *blue dye* didapatkan nilai 34,64% (*top*), 38,89 (*middle*) dan 45,19% (*bottom*) dengan nilai kualitas dari porositas >20% yang termasuk pada kualitas baik. Hal ini membuktikan bahwa nilai porositas yang didapatkan menunjukkan batupasir dapat berperan baik sebagai lapisan pembawa airtanah atau akuifer pada daerah penelitian

Kata kunci: Porositas, Kaloran, Batupasir, Akuifer

ABSTRACT

Sandstone is one of the clastic sedimentary rocks that has fairly good porosity, has a porosity value of 30%-40% and generally acts as a reservoir or aquifer whose grains are very fine sand to very coarse sand. This research was conducted on sandstones that are included in the Penyatan Formation of Kaloran and Surrounding Areas, Pringsurat District, Temanggung Regency, Central Java Province. Based on the results of the calculation of porosity values using the help of blue dye liquid, values of 34.64% (top), 38.89 (middle) and 45.19% (bottom) were obtained with quality values of porosity >20% which are included in good quality. This proves that the porosity value obtained shows that sandstone can play a role either as a groundwater-carrying layer or an aquifer in the study area.

Keyword: Porosity, Kaloran, Sandstone, Aquifer

PENDAHULUAN

Dalam suatu kegiatan eksplorasi baik dalam hal bidang perminyakan ataupun juga bidang airtanah, parameter porositas merupakan sesuatu yang sangat penting. Hal ini dikarenakan porositas merupakan variabel utama dalam penentuan besaran cadangan fluida dalam suatu massa batuan. Salah satu litologi penyusun daerah penelitian adalah batupasir. Batupasir merupakan salah satu bagian dari batuan sedimen klastik yang memiliki porositas cukup baik, memiliki nilai porositas 30%-40% dan pada umumnya berperan sebagai *reservoir* atau akuifer yang butirannya berukuran pasir sangat halus sampai pasir sangat kasar. Porositas pada batupasir ini ditentukan oleh ukuran butir serta distribusinya, derajat pemilahan (*sortation*), bentuk butir, kebundaran (*roundness*), susunan antar butir, kompaksi dan sementasi.

Pengertian Batupasir

Batupasir merupakan batuan yang tersusun oleh material renggang (*loose*) namun kompak atau padat. Terdiri dari fragmen mineral, pasir atau batuan lainnya, didukung oleh matriks berukuran pasir sangat halus sampai dengan pasir sangat kasar dan semen silika atau karbonatan. Pada batupasir selalu dijumpai fragmen dengan komposisi kuarsa dan mineral-mineral lain seperti feldspar, mika, karbonat serta mineral lain yang terkadang hadir diantara butiran mineral kuarsa (Nurwidyanto dkk, 2006). Prediksi porositas dari suatu batupasir melalui pengamatan petrografis secara akurat dapat dilakukan dengan melakukan pendekatan empiris, Warmada [5]. Batupasir memiliki beberapa kenampakan fisik yang dapat dibedakan dari batupasir jenis yang lainnya, yaitu struktur, tekstur dan komposisi. Dari kenampakan fisik ini kemudian dapat dirinci menjadi beberapa parameter empiris batupasir. Dengan mengetahui parameter-parameter batupasir tersebut, suatu simulasi komputer dapat dilakukan.

Parameter Empiris Batupasir

Pada batuan sedimen klastik terdapat parameter yang dapat diamati secara jelas berupa tekstur, struktur, kandungan fosil dan komposisi mineral. Tekstur batuan klastik dihasilkan oleh proses fisika sedimentasi dan dianggap mencakup ukuran butir, bentuk butir (bentuk, pembundaran dan tekstur permukaan), dan kemas (orientasi butir dan

hubungan antar butir) (Boggs, 1987). Hubungan antar tekstur primer ini menghasilkan parameter-parameter yang lain seperti bulk density, porositas dan permeabilitas. Batupasir termasuk ke dalam batuan sedimen klastik yang didominasi oleh butiran-butiran yang berukuran pasir, sehingga memiliki parameter tekstur, struktur, dan komposisi mineral yang selanjutnya dapat dianggap sebagai parameter empiris dari batupasir tersebut dalam Warmada [5]

Porositas

Porositas merupakan suatu perbandingan volume rongga-rongga antar pori terhadap volume total seluruh batuan, di mana pori sendiri merupakan ruang dalam batuan yang terisi oleh fluida. Porositas terbentuk melalui proses-proses geologi yang bekerja pada saat terjadinya pengendapan ataupun sedimentasi batuan. Proses geologi berdasarkan dari waktu terjadinya dapat dibagi menjadi 2, yaitu pada saat pengendapan (depositional) dan setelah pengendapan (post-depositional). Porositas tidak dipengaruhi oleh ukuran butir tetapi merupakan fungsi dari sortasi. Porositas berkurang secara progresif dari pasir bersortasi sangat baik sampai pasir yang bersortasi sangat jelek (Scherer, 1987). Selanjutnya Scherer (1987) menyatakan bahwa parameter yang paling penting yang berpengaruh terhadap porositas adalah umur, mineralogi (kandungan butiran kuarsa), sortasi dan kedalaman terpendam maksimum. Pengukuran porositas batupasir dapat diukur dengan beberapa teknik pengukuran, mulai dari pengukuran kualitatif secara murni hingga pengukuran kuantitatif. Estimasi atau perkiraan nilai porositas secara kuantitatif dapat dilakukan dengan menggunakan sayatan tipis petrografi, yang sebelumnya sampel telah diresapi dengan menggunakan cairan blue dye terlebih dahulu sebelum dilakukan pembuatan sayatan. Nilai porositas dari beberapa macam batuan dapat dilihat dalam (Tabel 1) menurut Morris dan Johnson dalam Todd [4] Sedangkan untuk pegangan kualitas terhadap nilai porositas mengacu pada klasifikasi Todd (1959) (Tabel 2).

Akuifer

Akuifer berasal dari bahasa latin yaitu aqui dari aqua yang berarti air dan ferre yang berarti membawa, Todd [3], sehingga akuifer dapat diartikan sebagai lapisan pembawa air. Berdasarkan hal tersebut maka disimpulkan bahwa akuifer merupakan lapisan bawah tanah yang mengantung air dan mampu mengalirkan air. Suatu batuan dapat dikatakan sebagai akuifer apabila memiliki pori-pori dan rongga-rongga yang saling terhubung antara satu dengan yang lainnya yang berfungsi sebagai penyimpan dan mengalirkan air menuju rongga-rongga tersebut. Sifat batuan terhadap airtanah tersebut dapat dibedakan menjadi 4 jenis, yaitu akuifer, akuiklud, akuifug dan akuitard.

Software ImageJ

Software ImageJ ini merupakan salah satu *qualitative image analysis tool* yang berguna untuk mengolah dan menganalisis citra atau gambar berbasis Java. *Software* ini memungkinkan penggunanya untuk dapat membuat grafik dari data yang ada untuk menganalisis gambar mikroskop, pengukuran area, perhitungan partikel, segmentasi dan pengukuran fitur spasial atau temporal dari elemen biologis. Beberapa fitur utama yang tersedia dalam *software* ini antara lain yaitu, fungsi paralel, perhitungan (*calculations*), pengukuran (*measurements*), output, scaling, pengeditan foto, *plug-in*, *macro* dan warna. Fungsi utama dalam *software* ImageJ yang digunakan untuk mendapatkan nilai porositas yaitu fungsi pengukuran (*measurements*). Fungsi ini memungkinkan kita dalam mengukur ataupun menentukan jarak, luas area dan pengukuran geometris lainnya berdasarkan pada gambar yang telah ditentukan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan di dalam pengambilan data ini yaitu dengan melakukan pengambilan sampel hand spacemen pada 3 lokasi pengamatan berbeda dari tua ke muda dengan pendekatan top, middle dan bottom berdasarkan pada elevasi untuk dilakukan analisis petrologi dan petrografi. Analisis petrologi dilakukan untuk melihat kenampakan secara khusus ciri-ciri fisik batuan, sedangkan analisis petrografi dilakukan untuk melihat serta mengamati kenampakan pori-pori pada batuan yang terkandung. Sedangkan untuk penentuan nilai porositas menggunakan *software* ImageJ.

HASIL DAN ANALISIS

Lokasi Pengambilan

Sampel Lokasi pengambilan data atau sampel untuk dilakukannya analisis petrografi porositas pada batupasir ini berada di 3 lokasi pengamatan yang berbeda, yaitu LP 16, LP 02 dan LP 12. Ketiga lokasi ini merupakan lokasi yang dianggap representatif oleh penyusun untuk dilakukannya pengambilan sampel atau conto batuan dengan beberapa pertimbangan. Pembagian lokasi pengambilan sampel ini dilakukan berdasarkan perbedaan elevasi sehingga didapatkan lokasi LP 16 (top), LP 02 (middle) dan LP 12 (bottom) (Gambar 1).

Hasil Analisis Sampel dan Blue Dye

Hasil analisis sayatan petrografi pada sampel top (LP 16) dengan perbesaran lensa 16x menunjukkan bahwa sampel memiliki struktur masif, ukuran butir 0,003-0,04 mm dengan bentuk butir subangular-subrounded, memiliki kemas tertutup dan sortasi sedang (*moderately sorted*). Kenampakan penyebaran pori-pori dipengaruhi oleh porositas primer intergranular/interpartikel dan interkristalin (Gambar 2). Hasil analisis sayatan petrografi pada sampel middle (LP 02) dengan perbesaran lensa 16x menunjukkan bahwa sampel memiliki struktur masif, ukuran butir 0,001- 0,055 mm dengan bentuk butir subrounded-rounded, memiliki kemas tertutup dan sortasi sedang (*moderately sorted*).



ISSN: 1907-5995

Kenampakan penyebaran pori-pori dipengaruhi oleh porositas primer intergranular/interpartikel dan intragranular/intrapartikel (Gambar 3). Hasil analisis sayatan petrografi pada sampel bottom (LP 12) dengan perbesaran lensa 16x menunjukkan bahwa sampel memiliki struktur masif, ukuran butir 0,001-0,02 mm dengan bentuk butir subrounded-rounded, memiliki kemas tertutup dan sortasi baik (well sorted). Kenampakan penyebaran pori-pori dipengaruhi oleh porositas primer 90 intragranular/intrapartikel dan porositas sekunder berupa rekahan (*fracture*) (Gambar 4).



Gambar 1. Lokasi

Perhitungan Nilai Porositas Menggunakan ImageJ

Berdasarkan pada perhitungan porositas terhadap 3 sampel batuan dengan bantuan perangkat lunak ImageJ, maka didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut (Tabel 3): a) Sampel top (LP 16) memiliki nilai persen area atau nilai porositas sebesar 34,64%. b) Sampel middle (LP 02) memiliki nilai persen area atau nilai porositas sebesar 38,89%. c) Sampel bottom (LP 12) memiliki nilai persen area atau nilai porositas sebesar 45,19%.

Tabel 1. SEQ Tabel * ARABIC 1. Porositas pada berbagai macam batuan (Morris dan Johnson dalam Todd, 1980)

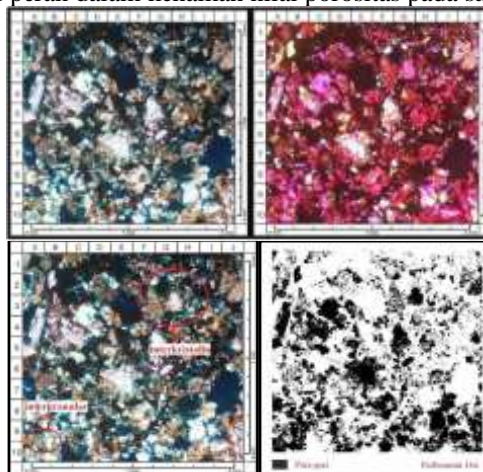
Material	Φ (%)
Unconsolidated deposits	
Gravel	25 - 40
Sand	25 - 50
Silt	35 - 50
Clay	40 - 70
Batuan	
Fractured basalt	5 - 50
Karst Limestone	5 - 50
Sandstone	5 - 30
Limestone, Dolomite	0 - 20
Shale	0 - 10

Tabel 2. Kualitas terhadap nilai porositas(Todd, 1959)

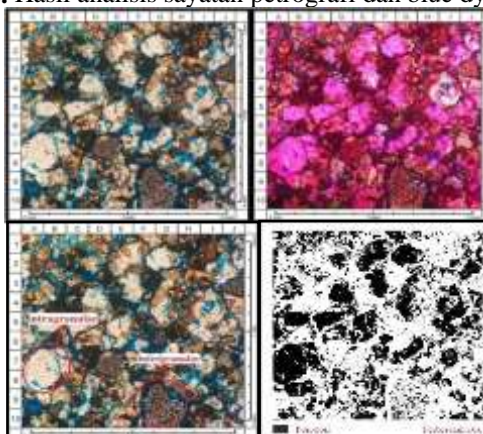
Kualitas	Porositas
Baik	> 20%
Sedang	5% - 20%
Kecil	< 5%

Pembahasan

Hasil perhitungan nilai porositas batupasir secara kuantitatif pada ketiga sampel sayatan petrografi menunjukkan adanya kenaikan nilai persentase porositas secara progresif yang dipengaruhi oleh salah satu parameter empiris batupasir yaitu sortasi (sortation). Sortasi batuan pada sampel top dan middle menunjukkan keadaan sortasi sedang (moderately sorted), sedangkan pada sampel bottom menunjukkan sortasi baik (well sorted). Hal ini sesuai dengan pernyataan Beard dan Wey [1] yang menyatakan bahwa porositas sangat kecil dipengaruhi oleh perubahan dalam ukuran butir dengan sortasi yang sama, tetapi porositas bervariasi terhadap sortasi. Pernyataan tersebut didukung pula oleh Scherer [2] yang mengatakan bahwa porositas berkurang secara progresif dari pasir bersortasi sangat baik sampai pasir yang bersortasi sangat jelek. Pernyataan tersebut dapat diartikan bahwa batupasir yang memiliki sortasi sangat baik akan memiliki nilai porositas yang tinggi dan nilai porositas tersebut akan terus menurun pada batupasir yang memiliki sortasi sangat jelek. Hal lain yang dapat menjadikan naiknya nilai porositas yaitu adanya kehadiran porositas sekunder. Hal ini dapat dibuktikan pada sampel bottom, di mana kehadiran porositas sekunder berupa rekahan (fracture) memiliki peran dalam kenaikan nilai porositas pada sampel tersebut.



Gambar 2. Hasil analisis sayatan petrografi dan blue dye sampel top



Gambar 3. Hasil analisis sayatan petrografi dan blue dye sampel middle

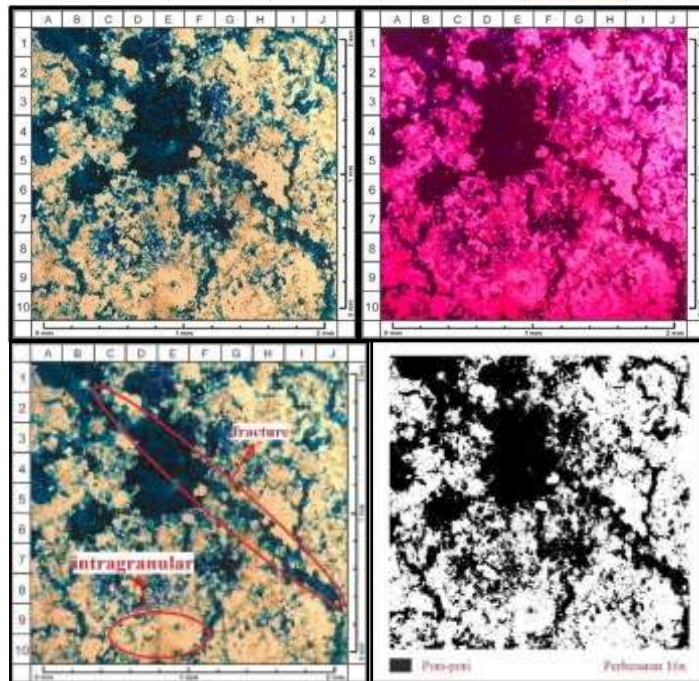
Berdasarkan hasil dari nilai porositas yang telah didapatkan dari ketiga sampel sayatan tersebut, maka nilai kualitas dari ketiga sampel tersebut terhadap porositas dikategorikan termasuk dalam kualitas baik, karena memiliki nilai porositas >20% dan termasuk memiliki kualitas yang baik. Hal ini dapat membuktikan bahwasanya nilai porositas yang dihasilkan melalui analisis sebelumnya pada batupasir menunjukkan bahwa batupasir pada daerah penelitian dapat berperan baik sebagai lapisan pembawa airtanah atau akuifer, akuifer tersebut dapat berupa akuifer bebas,



akuifer tertekan, akuifer bocor ataupun akuifer menggantung, tergantung pada kondisi bawah permukaan pada daerah penelitian karena batupasir secara umum memiliki pori-pori dan rongga yang saling terhubung sehingga dapat menyimpan serta mengalirkan airtanah.

Tabel 3. Hasil perhitungan nilai porositas

<i>Slice</i>	<i>Count</i>	<i>Total Area</i>	<i>Average Size</i>	<i>%Area</i>	<i>Mean</i>
Sampel <i>Top</i>	3571	17354,592	4,86	34,64	255
Sampel <i>Middle</i>	2892	19525,981	6,752	38,89	255
Sampel <i>Bottom</i>	3023	22583,552	7,471	45,19	255



Gambar 4. Hasil analisis sayatan petrografi dan *blue dye* sampel

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisis 3 sampel sayatan menggunakan cairan *blue dye* untuk mendapatkan nilai porositas secara kuantitatif, maka didapatkan nilai porositas sampel top 34,64%, sampel middle 38,89% dan sampel bottom 45,19%. Sedangkan untuk nilai kualitas dari ketiga sampel tersebut terhadap porositas dikategorikan termasuk dalam kualitas baik, karena memiliki nilai porositas >20%. Secara umum bahwasanya batupasir pada daerah penelitian dapat berperan sebagai lapisan pembawa airtanah atau akuifer, baik dapat sebagai akuifer bebas, akuifer tertekan, akuifer bocor ataupun akuifer menggantung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih saya sampaikan kepada Dekan Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (ITNY) yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan karya tulis ilmiah serta kepada pembimbing yang memberi dukungan dan bimbingan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Beard, D. A. and P. K. Weyl, 1973, Influence of Texture on Porosity and Permeability of Unconsolidated Sand; AAPG Bulletin, v.57, p.349-369
- [2]. Scherer, M., 1987, Parameter Influencing Porosity in Sandstones: A Model for Sandstone Porosity Prediction, AAPG Bulletin v.71, p.485-491 .
- [3]. Todd, D.K., 1959. Groundwater Hydrology. New York: Associate Professor of Civil Engineering California University, John Wiley & Sons.
- [4]. Todd, D.K. 1980. Groundwater Hydrology. Second Edition. New York: John Wiley & Sons, USA.
- [5]. Warmada, I.W, 1999. Porositas Batupasir dan Parameter Empiris Yang Berpengaruh. Lab. Bahan Galian, Jurusan Teknik Geologi, FT UGM. Yogyakarta.