



Analisis Porositas dan Permeabilitas Satuan Batupasir Formasi Ledok sebagai Potensi Batuan Reservoir Daerah Kedewan dan Sekitarnya Bojonegoro, Jawa Timur

Sapto Heru Yuwanto* dan Muhammad Zulvi Rosadi

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Abstrak

Daerah penelitian secara administratif terletak di Desa Beji dan sekitarnya, Kecamatan Kedewan, Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur. Secara geologi daerah penelitian terletak pada daerah Zona Rembang dengan geologi regional termasuk ke dalam Lembar Bojonegoro yang terdiri atas beberapa Formasi Batuan, salah satunya Formasi Ledok dengan litologi Batupasir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi geologi, geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi daerah penelitian dan kualitas porositas serta permeabilitas untuk penentuan batuan reservoir pada satuan batupasir Formasi Ledok. Metode penelitian yang digunakan adalah pemetaan geologi permukaan dengan dilakukan beberapa analisis seperti analisis petrografi, analisis mikropaleontologi analisis struktur geologi, analisis stratigrafi dan analisis sifat inti batuan yang menggunakan metode penimbangan serta sayatan tipis untuk mengetahui nilai porositas dan metode pengukuran dengan alat permeameter untuk mengetahui nilai permeabilitas batuan. Berdasarkan hasil dan pembahasan geomorfologi daerah penelitian terdiri atas struktural dan denudasional untuk denudasional dapat dibagi lagi menjadi dua klasifikasi yaitu D4 dan D5, S5 untuk satuan struktural. Susunan stratigrafi dari yang paling tua ke yang muda yaitu Satuan Batuan Kalkarenit, Satuan Batuan Napal sisipan kalkarenit, Satuan Batupasir, dan Satuan Batu Napal. Struktur geologi daerah penelitian yaitu Antiklin Kedewan, Antiklin Beji dan Sesar Geser Kiri (sinistral) diperkirakan. Nilai Porositas Satuan Batupasir Formasi Ledok rata-rata 34,665% termasuk dalam kategori istimewa dengan nilai permeabilitas rata-rata 76,58133mD termasuk dalam kategori baik, maka dapat disimpulkan Satuan Batupasir Formasi Ledok diperkirakan berpotensi menjadi reservoir yang baik.

Kata kunci: porositas; permeabilitas; Formasi Ledok

Abstract

The research area is administratively located in Beji Village and its surroundings, Kedewan District, Bojonegoro Regency, East Java Province. Geologically the study area is located in the Rembang Zone area with regional geology included in the Bojonegoro Sheet which consists of several rock formations, one of which is the Ledok Formation with sandstone lithology. The purpose of this study was to determine the geological conditions, geomorphology, stratigraphy, geological structure of the study area and the quality of porosity and permeability for the determination of reservoir rocks in sandstone units of the Ledok Formation. The research method used is surface geological mapping with several analyzes such as petrographic analysis, micropaleontological analysis, structural geological analysis, stratigraphic analysis and analysis of rock core properties using weighing methods and thin sections to determine porosity values and measurement methods with permeameter tools to determine permeability values. sandstones of the Ledok Formation. Based on the results and discussion of the geomorphology of the study area consisting of structural and denudational for denudational it can be further divided into two classifications namely D4 and D5, S5 for structural units. The stratigraphic arrangement from oldest to youngest is the Calcarenite Unit, the Calcarenite Inserted Marl Rock Unit, the Sandstone Unit, and the Marl Rock Unit. The geological structure of the study area is the Kedewan Anticline, Beji Anticline and Estimated Left Shear Fault. The average

*) Korespondensi: saptoheru@itats.ac.id

Diajukan : 31 Agustus 2022

Diterima : 4 Januari 2023

Diterbitkan : 24 Januari 2023

Porosity value of the Ledok Sandstone Unit is 34.665% which is included in the special category and the average permeability value of 76.58133mD is included in the good category. So it can be concluded that the Ledok Sandstone Unit has the potential to be a good reservoir.

Keywords: porosity; permeability; Ledok Formation

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang melimpah akan sumberdaya alam yang tidak dapat diperbaharui. Salah satu sumber daya alam yang penting sebagai energi untuk kehidupan manusia adalah minyak dan gas bumi (migas). Migas juga salah satu sumber daya alam yang penting untuk kemajuan suatu negara. Daerah Jawa Timur merupakan salah satu penyumbang sumberdaya migas untuk Indonesia, salah satunya Daerah Madura dan Sidoarjo dengan gas serta Kabupaten Bojonegoro dengan minyak (Suwito dan Yuwanto 2022). Salah satu cara untuk mengetahui adanya kandungan minyak dan gas di bawah permukaan adalah dengan mengetahui batuan yang sebagai reservoirnya. Batuan reservoir sendiri adalah wadah di yang berada di bawah permukaan bumi yang mengandung minyak dan gas, sedangkan bila berisi air disebut aquifer. Sekitar 60% dari reservoir minyak dan gas bumi terdiri atas batupasir dan 30% terdiri atas batugamping dan sisanya batuan lain (Al Afif dan Firsandi, 2018). Porositas dan permeabilitas sangat erat hubungannya sehingga dapat dikatakan bahwa permeabilitas tidak mungkin ada tanpa adanya porositas. Pada eksplorasi minyak dan gas bumi maupun dalam eksplorasi air tanah informasi hubungan porositas dan permeabilitas sangat diperlukan karena untuk mengetahui seberapa besar kandungan dan seberapa besar fluida yang dapat diambil dari suatu reservoir (Telupere dan Sulistiyono, 2021). Berdasarkan hal tersebut sehingga penting untuk dilakukan penelitian analisis porositas dan permeabilitas pada daerah penelitian sebagai potensi batuan reservoir.

Geologi regional daerah penelitian termasuk ke dalam Lembar Bojonegoro dan terletak pada sebelah utara jika dilihat dari lembar geologi regionalnya. Formasi batuan yang terdapat di lokasi penelitian meliputi beberapa formasi yaitu Formasi Bulu, Formasi Ledok, Formasi Lidah, Formasi Wonocolo, dan Formasi Mundu (Pringgoprawiro dan Sukido, 1992). Penelitian ini lebih berfokus pada batupasir yang diduga menjadi batu reservoir yaitu terdapat pada

Formasi Ledok. Pada daerah penelitian juga terdapat 2 struktur antiklin yaitu antiklin kawengan dan juga terdapat satu struktur antiklin yang terdapat pada formasi bulu (Pringgoprawiro dan Sukido, 1992). Fisiografi daerah penelitian terletak pada lembar Bojonegoro dan termasuk dalam cekungan jawa timur utara. Fisiografi ini termasuk kedalam zona antiklinorium rembang sampai ke madura yang membentang dari barat sampai timur. Di mulai dari sebelah timur semarang hingga ke pulau madura serta kangean. Zona rembang sendiri merupakan perbukitan bergelombang sampai perbukitan lereng terjal, dengan ketinggian 0–800 m, yang puncak tertingginya terletak pada Lasem yaitu dengan ketinggian 806 m (Pringgoprawiro dan Sukido, 1992)

Porositas adalah satu karakteristik dasar yang dapat dimiliki semua tipe batuan. Karakteristik tersebut menjelaskan banyaknya ruang kosong yang ada pada suatu batuan tersebut (Arbol dan Bahar, 2021). Perbandingan antara volume total ruang pori, baik itu terhubung maupun tidak. Volume total batuan dapat disebut juga sebagai porositas total (*absolut*), lalu untuk perbandingan antara kedua ruang pori yang saling terhubung dan volume total batuan bisa disebut porositas efektif (Telupere dan Sulistiyono, 2021).

Nilai porositas suatu batuan menurut (Koesoemadinata 1980) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\phi = \frac{V_p}{V_b} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

V_p = Volume pori batuan, cm^3

V_b = Volume total dari batuan, cm^3

Sehingga Nilai porositas suatu batuan dapat diklasifikasikan yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Porositas sendiri dibagi menjadi 2 yaitu porositas primer dan porositas sekunder. Porositas primer adalah jumlah ruang kosong yang terbentuk karena pembentukan batuan asal. Lalu untuk porositas sekunder adalah porositas yang terbentuk setelah terbentuknya batuan (Nurwidyanto dkk., 2005).

Tabel 1. Klasifikasi nilai porositas (Nurwidyanto dkk., 2006; Rafdy dkk., 2018)

No	Istilah	Nilai Persentase (%)
1	Diabaikan	0 – 5
2	Buruk	5 – 10
3	Cukup	10 – 15
4	Baik	15 – 20
5	Sangat Baik	20 – 25
6	Istimewa	> 25

Permeabilitas batuan adalah kemampuan suatu batuan dalam meloloskan suatu fluida (cairan). Porositas dan permeabilitas saling berkaitan, namun, porositas yang tinggi bukan berarti permeabilitasnya juga ikut tinggi. Permeabilitas dari suatu batuan diukur dari seberapa terhubungnya pori atau ruang kosong yang terdapat pada suatu batuan.

Nilai permeabilitas menurut *Hukum Darcy* (Nurwidyanto dkk., 2006) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{\mu \cdot Q_g \cdot L}{A \cdot \Delta P} \quad (2)$$

Keterangan:

- K = Permeabilitas (darcy)
- Q_g = laju aliran per satuan waktu (cc/s)
- μ = viskositas gas pada batuan yang mengalir (cp)
- A = luas dari seluruh permukaan batuan (cm²)
- ΔP = perbedaan tekanan (atm)
- L = panjang sampel (cm)

Sehingga Nilai permeabilitas suatu batuan dapat diklasifikasikan yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Pada batuan reservoir permeabilitas sendiri dapat dibedakan menjadi 3 yaitu Permeabilitas absolut adalah kemampuan pada satuan batuan meloloskan satu jenis fluida yang 100% jenuh oleh fluida tersebut. Jika terdapat ada dua macam fluida yang tidak dapat bersatu. Permeabilitas efektif memiliki nilai yang lebih kecil daripada permeabilitas absolut. Permeabilitas relatif sendiri adalah perbandingan antara permeabilitas efektif dan absolut (Schön, 2015).

METODOLOGI

Metode penelitian dilakukan dengan pemetaan geologi permukaan dan menganalisis beberapa sampel batuan. Adapun tahapan analisis

Tabel 2. Klasifikasi nilai permeabilitas suatu batuan menurut (Nurwidyanto dkk., 2006)

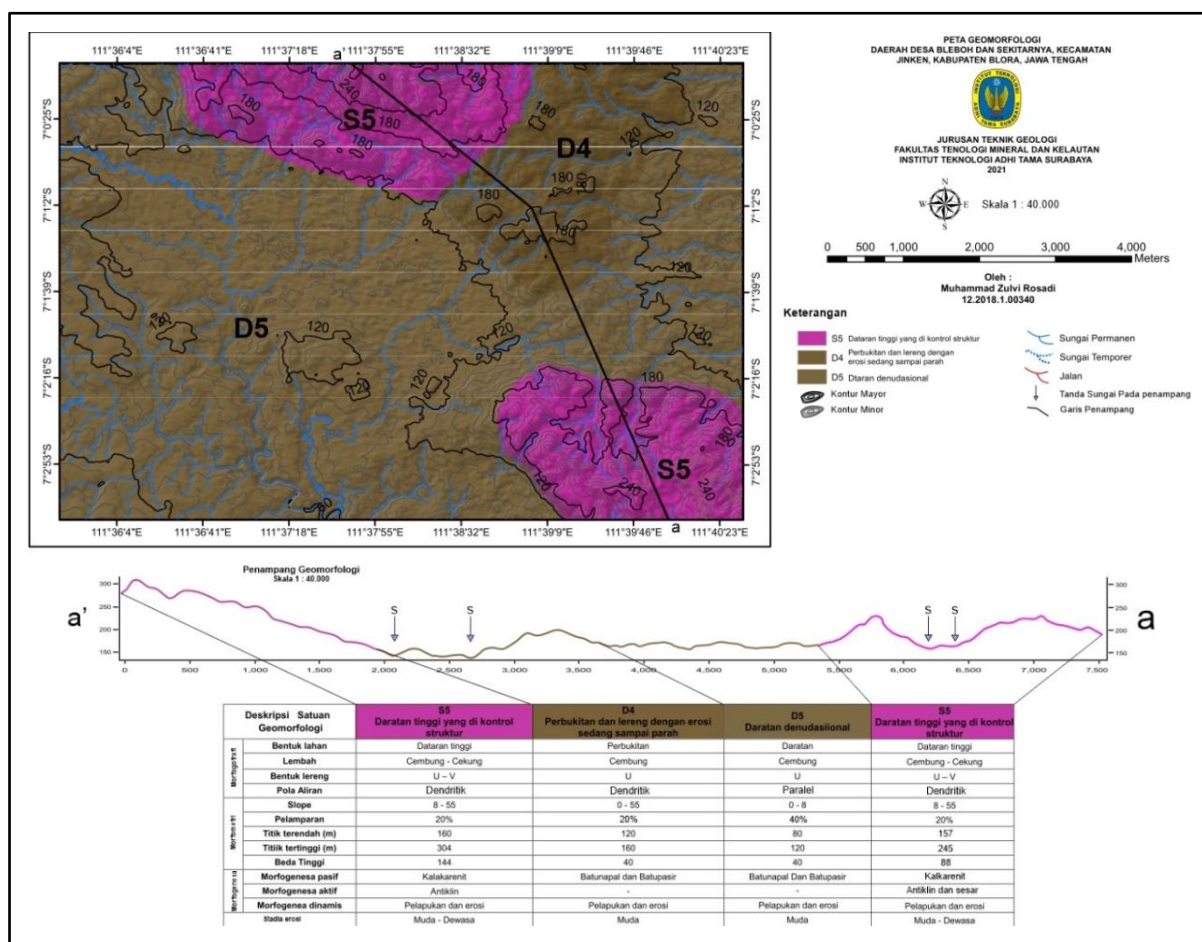
No	Istilah	Nilai Permeabilitas (mD)
1	Ketat	< 5
2	Cukup	5 – 10
3	Baik	10 – 100
4	Baik Sekali	100 – 1000

penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

Tahap analisis geomorfologi dilakukan dengan tujuan untuk membagi kelas morfologi daerah penelitian. Tahap analisis stratigrafi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui satuan litologi dan urutan umurnya yang menyusun daerah penelitian. Tahap analisis struktur geologi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui struktur geologi yang ada dan berkembang di daerah penelitian. Tahap analisis mikropaleontologi sampel batuan yang digunakan ada dua sampel batuan pada satuan batupasir dan satuan batunapal dengan tujuan untuk mengetahui kesebandingan umur relatif batuan dengan menggunakan fosil. Tahap analisis petrografi sampel batuan yang digunakan ada satu sampel batuan pada satuan batupasir dengan tujuan untuk mengetahui komposisi mineral. Tahap analisis porositas dan permeabilitas dilakukan pada sampel satuan batupasir Formasi Ledok. Sampel batuan yang digunakan ada dua sampel yang diambil dilokasi yang berbeda pada LP 8 dan LP 16 dengan tujuan untuk mengetahui nilai porositas dan permeabilitas batuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geologi daerah penelitian, geomorfologi atau bentukan lahan daerah penelitian adalah struktural (S5) dan denudasional (D4 dan D5) ditunjukkan pada Gambar 1. Bentukan lahan denudasional dapat dibagi menjadi dua klasifikasi yaitu D4 dan D5 yang menempati 60% dari keseluruhan daerah penelitian. Bentukan lahan denudasional D4 berupa perbukitan dan lereng dengan erosi sedang sampai parah, bentukan lahan denudasional D5 berupa daratan denudasional yang memiliki topografi landai sampai bergelombang (*peneplains*). Bentukan lahan struktural S5 atau daratan tinggi (*mesas*) yang dikontrol oleh struktur yang menempati 40% dari keseluruhan daerah penelitian. Bentukan lahan ini juga

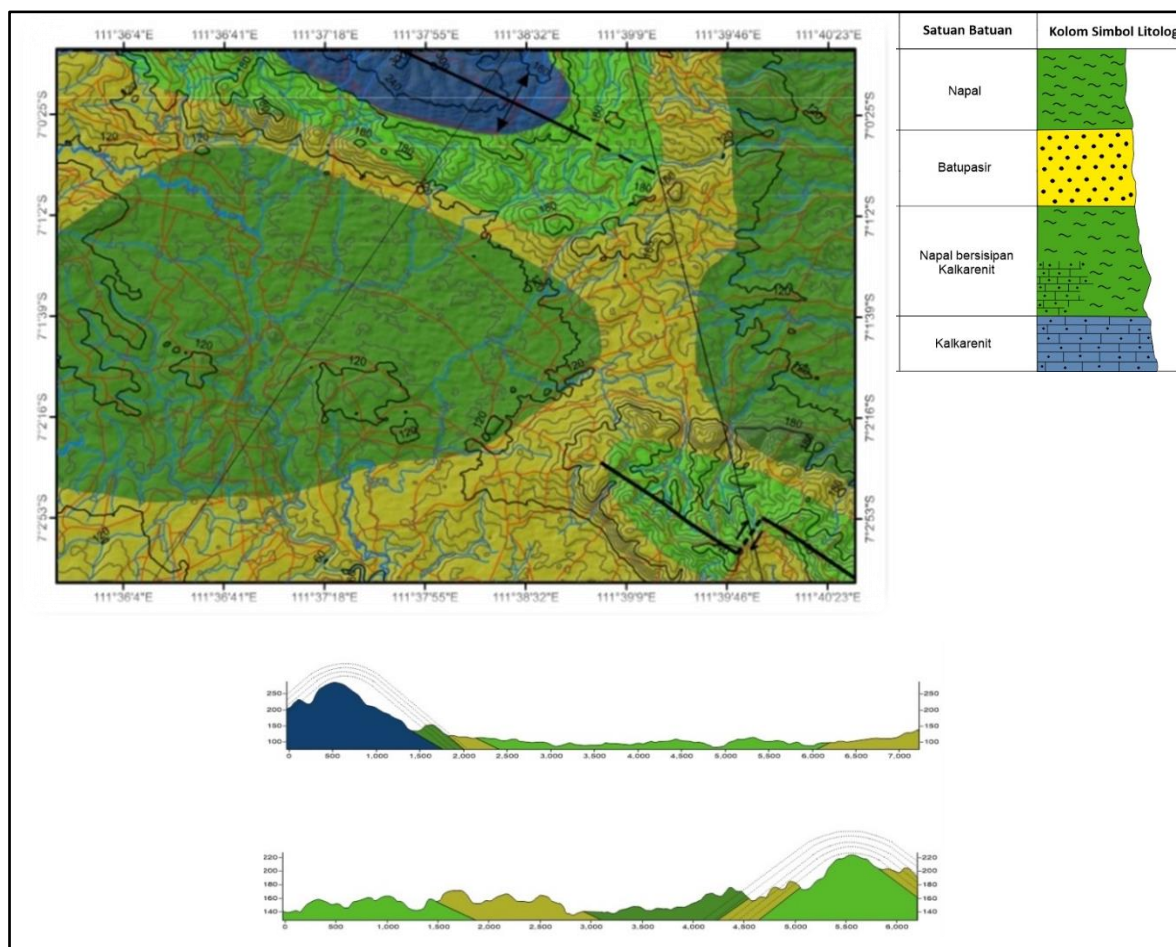


Gambar 1. Geomorfologi daerah penelitian

memiliki topografi datar hingga bergelombang lemah di atas perbukitan di bagian tebing (*plateau*). Bentuk lahan struktural S5 akan berpengaruh terhadap porositas sekunder dan permeabilitas batuan yang ada di daerah penelitian.

Stratigrafi daerah penelitian yang diperlihatkan pada Gambar 2 terdiri atas satuan batuan Napal warna coklat kekuningan, memiliki ukuran butir yang cukup halus, drajat pemilahan baik, kemas terbuka, sortasi baik, struktur masif, karbonatan, mencakup sekitar 40%, diperkirakan berumur Pliosen Akhir, satuan ini dibandingkan dengan Formasi Lidah pada Gambar 3. (a). Satuan Batupasir warna kuning sedikit kecoklatan, memiliki ukuran butir yang halus, bentuk butir membundar, mencakup sekitar 25%, diperkirakan berumur Pliosen Awal-Miosen Akhir satuan ini dibandingkan dengan Formasi Ledok pada Gambar 3(b). Satuan Batupasir ini yang diuji nilai porositas dan permeabilitasnya. Satuan Kalkarenit warna

coklat gelap, memiliki ukuran butir yang halus, bentuk butir membundar, drajat pemilahan baik, mencakup sekitar 10%, diperkirakan berumur Miosen Pertengahan satuan ini dibandingkan dengan Formasi Bulu. Satuan Napal ciri litologi memiliki warna coklat kekuningan, memiliki ukuran butir yang cukup halus, bentuk butir membundar, drajat pemilahan baik, kemas terbuka, sortasi baik, struktur masif, karbonatan, Secara petrografi kandungan matriks lempung (Gambar 3.a). Berdasarkan hasil analisis paleontologi kumpulan fosil foraminifera, diperkirakan berumur Miosen Awal (N22-N23) dengan lingkungan pengendapannya pada neritik dala sampai neritik luar, satuan ini dapat dibandingkan dengan Formasi Mundu. Satuan Batupasir memiliki warna kuning sedikit kecoklatan, memiliki ukuran butir yang halus, bentuk butir membundar, drajat pemilahan baik, kemas tertutup, sortasi sedang, struktur masif, karbonatan, Secara petrografi kandungan matriks butiran pasir (Gambar 3.b). Berdasarkan hasil



Gambar 2. Geologi daerah penelitian

analisis paleontologi kumpulan fosil foraminifera, diperkirakan berumur Miosen Awal (N17-N18) dengan lingkungan pengendapannya pada neritik dalam sampai neritik luar, satuan ini dapat dibandingkan dengan Formasi Ledok. Struktur geologi daerah penelitian berupa struktur antiklin yang diinterpretasikan dari data DEM (*Digital Elevation Model*) atau topografi dan data lapangan. Perlapisan batuan atau sayap-antiklin dijumpai pada satuan batuan napal sisipan kalkarenit sisi utara strike/dip N1430°E/120° dan N1510° E/200° sisi selatan, sehingga dapat diinterpretasikan kedua sumbu penunjaman (dip) tersebut tidak jauh berbeda angkanya maka akan membentuk pola antiklin jika di buatkan *cross section* ataupun garis penampang pada peta geologi. Sesar geser kiri (*sinistral*) berada pada Tenggara daerah penelitian Gambar 3, diperkirakan karena terdapat kenampakan pada topografi dan pengamatan langsung terputusnya kemenerusan perbukitan di sebelah tenggara yang terletak

pada Formasi Wonocolo serta Formasi Ledok. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian juga berpengaruh terhadap porositas sekunder batuan dan permeabilitasnya.

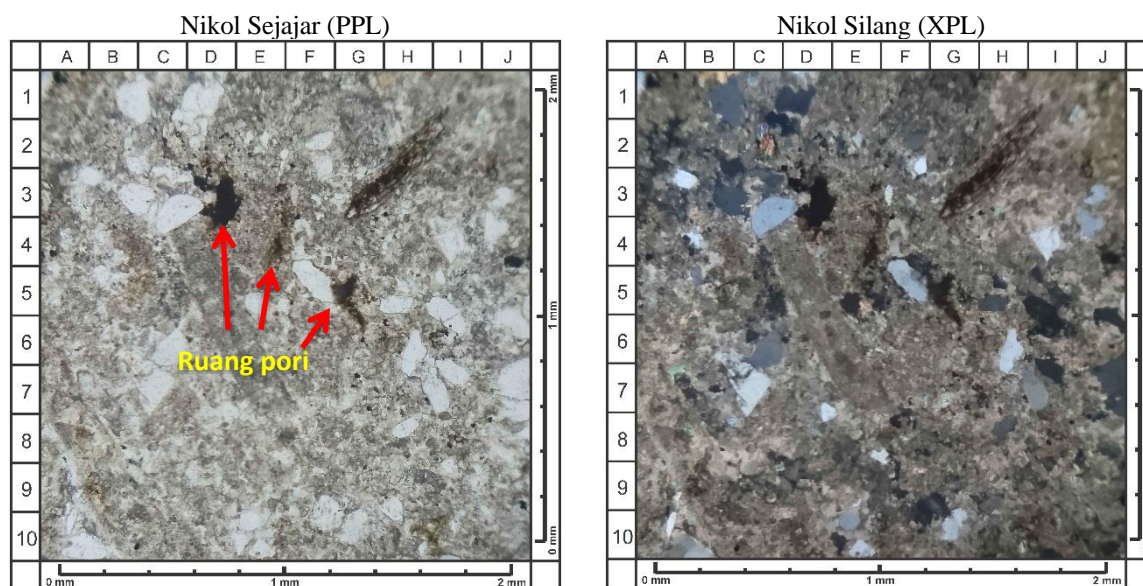
Uji porositas dan permeabilitas dilakukan pada sampel batuan Batupasir Formasi Ledok LP 8 dan LP 16, yang terlihat pada Gambar 4. Berdasarkan analisis petrografi (sayatan tipis batuan) Batupasir Formasi Ledok ini terdiri atas mineral kuarsa, lempung dan fosil, dengan ukuran butir <math><1/256 - 1\text{ mm}</math>, kemas terbuka dan memperlihatkan sortasi yang baik (Gambar 5). Pada Gambar 5 diperlihatkan terdapat ruang pori antar mineral yang memungkinkan ruang pori tersebut terisi fluida. Nilai porositas batuan, pada analisis porositas dilakukan beberapa uji yaitu penimbangan. Uji penimbangan dua buah sampel batuan pada satuan batupasir Formasi Ledok dapat dilihat pada Tabel 3. Dari tabel 1 dilakukan perhitungan untuk mencari volume total batuan (V_b), volume pori (V_p) dan porositas efektif ditunjukkan pada Tabel 4.



(a) (b)
Gambar 3. Singkapan batuan (a). Satuan Napal, (b). Satuan Batupasir LP 8



Gambar 4. Singkapan batupasir Formasi Ledok (a). LP 8 (kiri) dan (b). LP 16 (kanan)



Gambar 5. Analisis Petrografi (sayatan tipis) pada Sampel batupasir Formasi Ledok

Tabel 3. Hasil perhitungan pada sampel batuan

Sampel	Berat sampel kering	Berat sampel jenuh di udara	Berat sampel jenuh di air	Densitas air
	W_{dry} (gr)	W_{sat} (gr)	W_{sif} (gr)	ρ_{water} (gr/Cm ³)
LP 8	12.338	15.316	5.7	1
LP 16	11.836	15.685	5.8	

Tabel 4. Hasil perhitungan porositas batuan

Sampel	Volume batuan (V_b) (cm ³)	Volume pori (V_p) (cm ³)	Porositas efektif (%)
	$\frac{W_{sat} - W_{sif}}{\rho_{water}}$	$\frac{W_{sat} - W_{dry}}{\rho_{water}}$	$\frac{V_p}{V_b} \times 100\%$
LP 8	9,616	2,978	30,969
LP 16	9,885	3,849	38,362

Tabel 5. Klasifikasi nilai porositas (Nurwidyanto dkk. 2006; Rafdy dkk., 2018)

No	Istilah	Nilai Persentase	Hasil perhitungan porositas Satuan batupasir Formasi Ledok
1	Diabaikan	0 – 5 %	34,665%
2	Buruk	5 – 10 %	
3	Cukup	10 – 15 %	
4	Baik	15 – 20 %	
5	Sangat Baik	20 – 25 %	
6	Istimewa	> 25 %	

Tabel 6. Hasil pengukuran dan uji dengan alat permeameter pada sampel batupasir

Sampel	Panjang sampel (L) (cm)	Luas penampang (A) (Cm ²)	Viskositas Gas (μ) (cp)	Tekanan (ΔP) (atm)	Laju air (Q_g) (cc/s)	Permeabilitas (k) (D)	Permeabilitas rata-rata
						$K = \frac{\mu \cdot Q_g \cdot L}{A \cdot \Delta P}$	K_avg, (mD)
LP 8	2,5	4	0,0183	0,25	2,5	0,1126	85,563
				0,5	3,5	0,0801	
				1	5,6	0,0641	
LP 16	2,5	4	0,0192	0,25	2,6	0,0504	67,600
				0,5	3,6	0,0864	
				1	5,5	0,0660	

Tabel 7. Klasifikasi nilai permeabilitas (Nurwidyanto dkk., 2006)

No	Istilah	Nilai Permeabilitas (mD)	Hasil perhitungan permeabilitas Satuan batupasir Formasi Ledok
1	Ketat	< 5	76,58133mD
2	Cukup	5 – 10	
3	Baik	10 – 100	
4	Baik Sekali	100 – 1000	

Hasil perhitungan porositas dari kedua sampel nilainya dirata-rata, pada sampel batuan LP 8 menghasilkan nilai porositas efektif sebesar 30,969% dan sampel batuan LP 16 sebesar 38,362%, maka rata-rata nilai porositas efektif untuk satuan batupasir Formasi Ledok adalah sebesar 34,665%. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut apabila di interpretasikan berdasarkan tabel 1, maka porositas efektif satuan batupasir Formasi Ledok daerah penelitian adalah Istimewa pada Tabel 5.

Nilai permeabilitas batuan, sebelum dilakukan uji permeabilitas terlebih dahulu dilakukan pengukuran pada sampel batuan untuk kemudian sampel batuan dilakukan uji dengan menggunakan alat permeameter. Hasil pengukuran dan analisis pada sampel batuan ditunjukkan di Tabel 6. Nilai permeabilitas pada satuan batupasir Formasi Ledok pada sampel LP 8 adalah sebesar 85,563 dan pada LP 16 sebesar 67,600, maka nilai permeabilitas rata-rata untuk satuan batupasir Formasi Ledok pada daerah penelitian adalah sebesar 76,58133mD, menurut Nurwidyanto dkk. (2006) termasuk kategori baik (Tabel 7).

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan nilai porositas dan nilai permeabilitas satuan batupasir Formasi Ledok, dengan porositas kategori Istimewa dan permeabilitas kategori Baik. Maka satuan batupasir Formasi Ledok berpotensi menjadi batuan reservoir yang bagus dan baik.

KESIMPULAN

Satuan batupasir Formasi Ledok di daerah penelitian memiliki porositas efektif sebesar 34,66% (istimewa), permeabilitas sebesar 76,58mD (baik), sehingga Satuan Batuan Batupasir Formasi Ledok berpotensi sebagai batuan reservoir yang bagus dan baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada perangkat Desa Kedewan, Bojonegoro yang telah memberi ijin untuk melakukan kegiatan penelitian, teman-teman yang telah membantu dalam penyusunan artikel dan juga reviewer yang bersedia mereview.

DAFTAR PUSTAKA

Al Afif, M. dan Firsandi, M., 2018. Studi Kualitas Batuan Reservoir Formasi Ngrayong

Menggunakan Metode Petrofisik. *Prosiding Semnas SINTA FT UNILA 1*: 150–55.

Arbol, K.M. dan Bahar, H., 2021. Analisis Porositas dan Permeabilitas Batupasir Gampingan Formasi Ngrayong Untuk Penentuan Potensi Batuan Reservoir Di Kecamatan Bangilan Dan Sekitarnya, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan IX*, hal.583–90.

Koesoemadinata, RP. 1980. *Geologi Minyak Dan Gasbumi*. Bandung: Penerbit ITB.

Levorsen, A.I. 1955. "Geology of Petroleum." *Journal of Geological Education*, 3(1): 36–38.

Nurwidyanto, M.I., Noviyanti, I., Widodo, S., 2005. ESTIMASI HUBUNGAN POROSITAS DAN PERMEABILITAS PADA BATUPASIR (Study Kasus FORMASI KEREK, LEDOK,SELOREJO)." *Berkala Fisika*, 8(3), 87–90.

Nurwidyanto, M.I., Yustiana, M., Widada, S., 2006. PENGARUH UKURAN BUTIR TERHADAP POROSITAS DAN PERMEABILITAS PADA BATUPASIR (Studi Kasus: Formasi Ngrayong, Kerek, Ledok Dan Selorejo). *Berkala Fisika*, 9(4), 191–95.

Pringgoprawiro, H. dan Sukido. 1992. Peta Geologi Lembar Bojonegoro Jawa Timur. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Rafdy, R.A., Firmansyah, Y., Wahyudiono, J., Sunardi, E., 2018. Porositas Reservoir Karbonat Formasi Manusela Berdasarkan Analisis Petrofisika. *Padjajaran Geoscience Journal*, 2(6), 441–51.

Schön, J.H., 2015. *Physical Properties of Rocks: Fundamentals and Principles of Petrophysics*. Elsevier Science.

Suwito, J.A. dan Yuwanto, S.H., 2022. Identifikasi Gas Biogenik Berdasarkan Data Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Di Desa Larangan Tokol, Tlanakan, Pamekasan Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMATAN)*, 1(1), 444–450.

Telupere, A.F. dan Sulistiyono, 2021. Estimasi Nilai Porositas Dan Permeabilitas Dengan Pendekatan Analisis Inti Batuan Pada Sample Batupasir Formasi Ngrayong Cekungan Jawa Timur Utara. *SNTEM*, 1, 29–40.

