

Studi Kualitas Batuan Reservoir Formasi Kalibiuk Daerah Purbalingga Sub-Cekungan Banyumas

Sugeng Widada^{1)*}, Aga Rizky²⁾, dan Alden Sinai Yudono³⁾

^{1,2)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

³⁾ Alumnus Jurusan Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

*Corresponding author email : sugengwidada@upnyk.ac.id

Abstrak

Salah satu unsur penting dari sistem minyak dan gas bumi (petroleum system) adalah reservoir, yaitu batuan dengan porositas dan permeabilitas yang baik sehingga mempunyai kapasitas penyimpanan dan kemampuan untuk mengalirkan fluida (minyak dan gas bumi). Kualitas reservoir pada umumnya dipengaruhi oleh karakter fisik batuan yang meliputi: tekstur, struktur sedimen, dan proses diagenesa yang terjadi. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui kualitas batuan reservoir di Daerah Purbalingga, Provinsi Jawa Tengah. Daerah penelitian merupakan bagian dari Sub-Cekungan Banyumas yang telah terbukti memiliki potensi kandungan migas. Fokus penelitian ini pada Formasi Kalibiuk yang tersusun oleh batupasir gampingan dengan sisipan tipis batulempung gampingan, batupasir dan batupasir kerikilan. Uji kualitas batuan reservoir tersebut dilakukan pada 10 sampel dan difokuskan pada uji sifat fisik batuan, yaitu porositas dan permeabilitas. Dalam penelitian ini pengujian porositas menggunakan dua metode, yaitu pengamatan petrografis dan penimbangan, sedangkan pengujian permeabilitas menggunakan alat permeameter gas. Dari hasil pengujian didapatkan kualitas reservoir batupasir Kalibiuk dengan porositas teramati (petrografis) berkisar dari 9,50% (buruk) - 16,80% (baik), porositas terukur (timbangan) berkisar dari 3,26% (dapat diabaikan) - 20,20% (sangat baik) dengan permeabilitas bervariasi dari 8,71 mD (cukup) - 66,59 mD (baik). Berdasarkan porositas dan permeabilitasnya, kualitas reservoir batupasir Formasi Kalibiuk dapat dikategorikan menjadi sangat baik, baik, cukup, dan buruk. Perbedaan kualitas reservoir tersebut disebabkan karena perbedaan proses pengendapannya yang tercermin pada karakteristik tekstur dan struktur sedimennya.

Kata kunci: Kualitas Reservoir, Proses Sedimentasi, Formasi Kalibiuk

Abstract

One of the important elements of an oil and gas system (petroleum system) is a reservoir, which is rock with good porosity and permeability so that it has storage capacity and the ability to drain fluids (oil and gas). Reservoir quality is generally influenced by the physical character of the rock which includes: texture, sedimentary structure, and the diagenetic processes that occur. This study was aimed to determine the quality of reservoir rocks in the Purbalingga area, Central Java province. The research area is part of the Banyumas Sub-Basin which has been proven to have oil and gas potential. The focus of this research is on the Kalibiuk Formation which is composed of calcareous sandstone with thin insertions of calcareous claystone, sandstone and gravel sandstone. The reservoir rock quality test was carried out on 10 samples and focused on testing the physical properties of the rock, there are porosity and permeability. In this study, the porosity test used two methods, there are petrographic observation and weighing, the permeability test used a gas permeameter. From the test results, the quality of the Kalibiuk sandstone reservoir with observed porosity (petrographic) ranges from 9.50% (poor) - 16.80% (good), the measured porosity (scales) ranges from 3.26% (negligible) - 20, 20% (very good) with varying permeability from 8.71 mD (fair) - 66.59 mD (good). Based on the porosity and permeability, the sandstone reservoir quality of the Kalibiuk Formation can be categorized into very good, good, moderate, and poor. The difference in reservoir quality is due to differences in the deposition process which is reflected in the characteristics of the texture and structure of the sediment.

Keyword: Reservoir Quality, Sedimentary Process, Kalibiuk Formation

I. Pendahuluan

Sub-Cekungan Banyumas yang terletak di Propinsi Jawa Tengah merupakan salah satu wilayah yang kaya akan potensi hidrokarbon. Hal ini dibuktikan dengan diketemukannya rembesan-rembesan minyak ataupun gas di daerah tersebut. Minyak dan gas bumi tergenerasikan dalam batuan sedimen berbutir halus kaya material organik yang telah termatangkan secara termal dalam suatu cekungan sedimenter dan terakumulasi dalam batuan reservoir. Keberadaan rembesan minyak

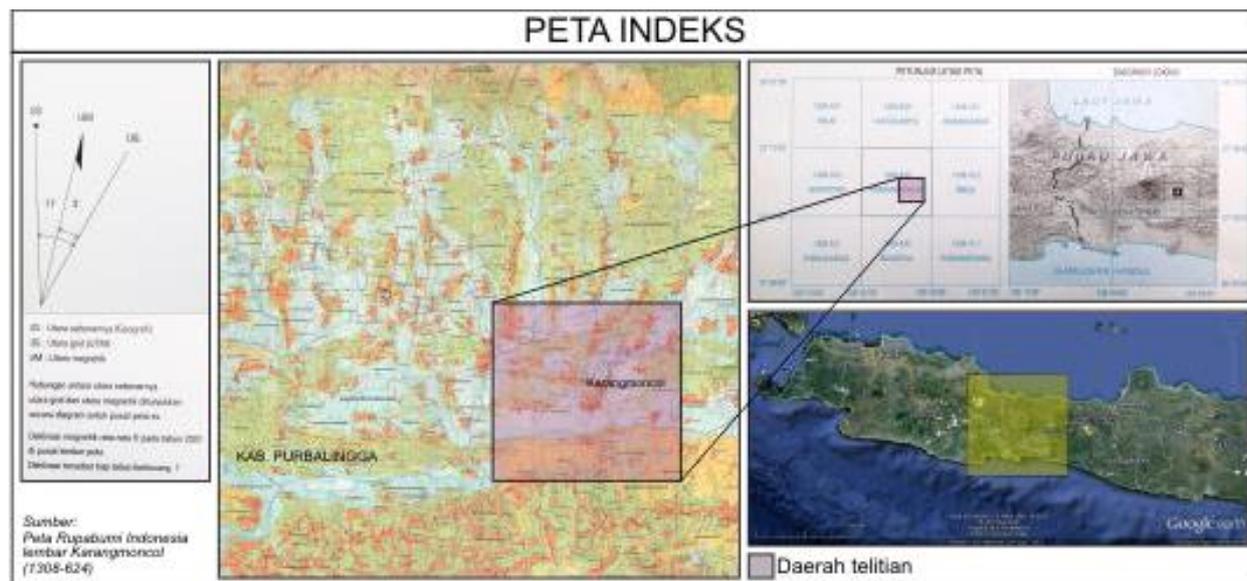
dan gas bumi telah menarik perhatian perusahaan-perusahaan migas untuk melakukan eksplorasi di daerah tersebut. Beberapa sumur telah dibor dengan tujuan menguji potensi hidrokarbon di daerah ini, diantaranya Sumur Karangangka-1 (1993), Karanggedang-1 (1993), Jati-1 (2005), namun sampai saat ini belum ada yang berhasil menemukan lapangan migas di wilayah itu. Salah satu hal yang mungkin menjadi faktor sulitnya menemukan cadangan migas di Sub-Cekungan

Studi Kualitas Batuan Reservoir Formasi Kalibiuk Daerah Purbalingga Sub-Cekungan Banyumas

Banyumas adalah mendefinisikan keberadaan batuan reservoir yang berkualitas baik. Formasi Kalibiuk yang tersusun oleh dominasi batupasir gampingan, batupasir dengan perselingan tipis batulempung yang berumur Pliosen Akhir diperkirakan merupakan salah satu formasi yang mempunyai potensi sebagai batuan reservoir di daerah telitian.

Kualitas suatu batuan sebagai batuan reservoir hidrokarbon sangat ditentukan besarnya

porositas dan permeabilitas yang dikontrol oleh fasies pengendapannya. Tujuan dari penelitian adalah mengidentifikasi kualitas batuan reservoir Formasi Kalibiuk di Daerah Purbalingga, Sub-cekungan Banyumas (**Gambar 1**) berdasarkan nilai porositas dan permeabilitasnya. Secara stratigrafis, Formasi Rambatan diendapkan selaras di atas Formasi Tapak dan ditutupi secara tidak selaras oleh Formasi Gintung.



Gambar 1. Lokasi daerah telitian

II. Metoda

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis lapangan dan laboratorium. Analisis lapangan dilakukan untuk pengamatan singkapan guna mengidentifikasi litologi penyusun Formasi Kalibiuk, kemudian pengambilan sampel yang representatif sebagai persiapan analisis laboratorium yang terdiri penentuan porositas dan permeabilitas.

1) Analisis Porositas

Dua tipe porositas Formasi Kalibiuk dianalisis dalam penelitian ini, yaitu porositas teramati dan porositas terukur yang ditentukan dengan 2 metode, yaitu metode petrografis dan metode penimbangan. Pada metode petrografis, porositas batuan ditentukan berdasarkan besar pori yang teramati pada sayatan tipis. Nilai porositas tiap-tiap sampel ditentukan berdasarkan hasil rata-rata dari lima kali perhitungan dari pengamatan petrografis. Parameter yang diamati pada metode ini antara lain jenis porositas, ukuran butir, tingkat

keseragaman butir, bentuk butir, kemas dan morfologi rongga pori.

Pada analisis porositas dengan metode penimbangan, sampel batuan dipotong berbentuk kubus, lalu diukur berat batuan kering di udara, berat batuan jenuh dalam kerosin, dan berat batuan jenuh di udara. Perbandingan antara selisih berat batuan jenuh di udara dengan berat batuan kering di udara dibandingkan berat batuan jenuh di udara dengan berat batuan jenuh dalam kerosin merupakan nilai porositas. Dalam analisis ini tipe porositas yang didapatkan adalah porositas efektif karena yang diukur hanya rongga yang saling berhubungan.

2) Analisis Permeabilitas

Dalam penelitian ini permeabilitas batuan ditentukan dengan menggunakan permeameter gas. Gas yang digunakan dalam penelitian adalah udara bebas yang mempunyai viskositas 0,0183 cp pada suhu rata-rata ruangan 28°C. Sampel yang dianalisis dipotong dalam bentuk kubus dengan

ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm dan permeabilitas dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$K_g = \mu_g * Q_g * \frac{L}{A} * \Delta P$$

Keterangan :

- K_g = permeabilitas absolut gas (Darcy)
- μ_g = viskositas dari gas yang digunakan (cp)
- Q_g = laju alir rata-rata (cc/s) pada tekanan rata-rata dan ditentukan dari grafik kalibrasi
- L = panjang dari sampel (cm)
- A = luas penampang dari sampel (cm²)
- ΔP = gradien tekanan (atm) dibaca dari *pressure gauge*

III. Analisis dan Pembahasan

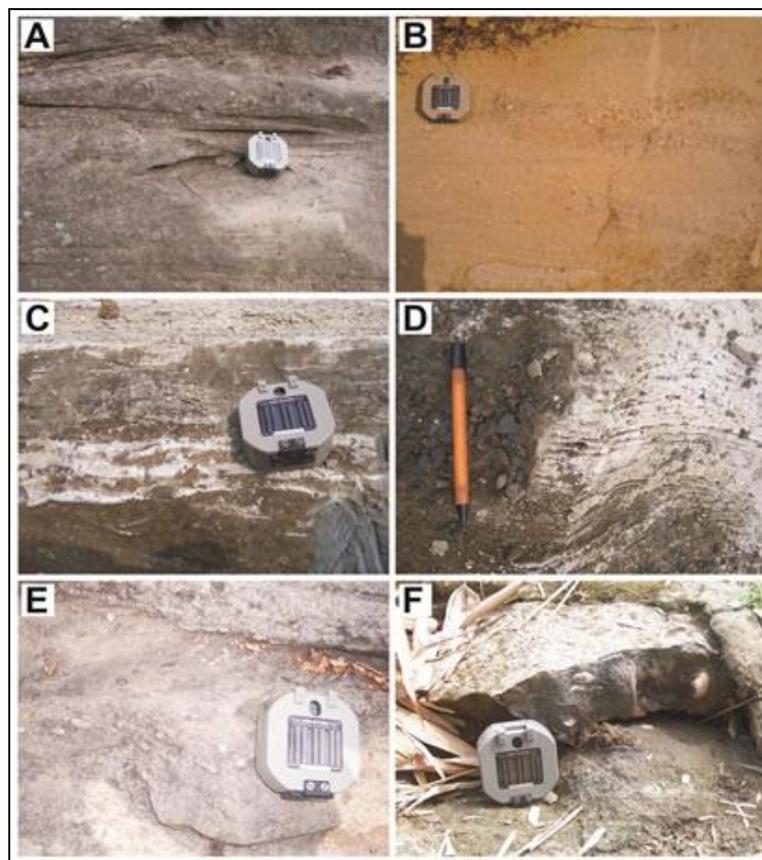
1) Litologi Penyusun

Berdasarkan profil singkapan di lapangan, formasi ini tersusun oleh batupasir gampingan

dengan sisipan tipis batulempung gampingan, batupasir dan batupasir kerikilan. Ciri batupasir pada formasi ini adalah berwarna abu-abu hingga abu-abu kebiruan, pasir halus sampai sangat kasar, terpilah buruk - bagus, sebagian menunjukkan butiran saling mendukung dan sebagian menunjukkan butiran terdukung matriks, tersusun oleh feldspar, fragmen batuan, kuarsa, pecahan cangkang yang tersemam oleh karbonat. Struktur sedimen yang teramati pada lapisan batupasir adalah perlapisan sejajar, *hummocky cross stratification*, *swaley cross stratification*, dan bioturbasi. Berdasarkan hasil pengamatan petrografis, didapatkan nama *calcareous feldspatic arenite* dan *calcareous feldspatic wacke* (Gambar 2).

2) Analisis Porositas

Sebanyak 10 sampel batupasir gampingan Formasi Kalibiuk (Res-1, Res-2, Res-3, Res-4, Res-5, Res-6, Res-7, Res-8, Res-9 dan Res-10) dianalisis untuk menentukan porositas dan permeabilitasnya.



Gambar 2 . Foto singkapan batupasir penyusun Formasi Kalibiuk

Studi Kualitas Batuan Reservoir Formasi Kalibiuk Daerah Purbalingga Sub-Cekungan Banyumas

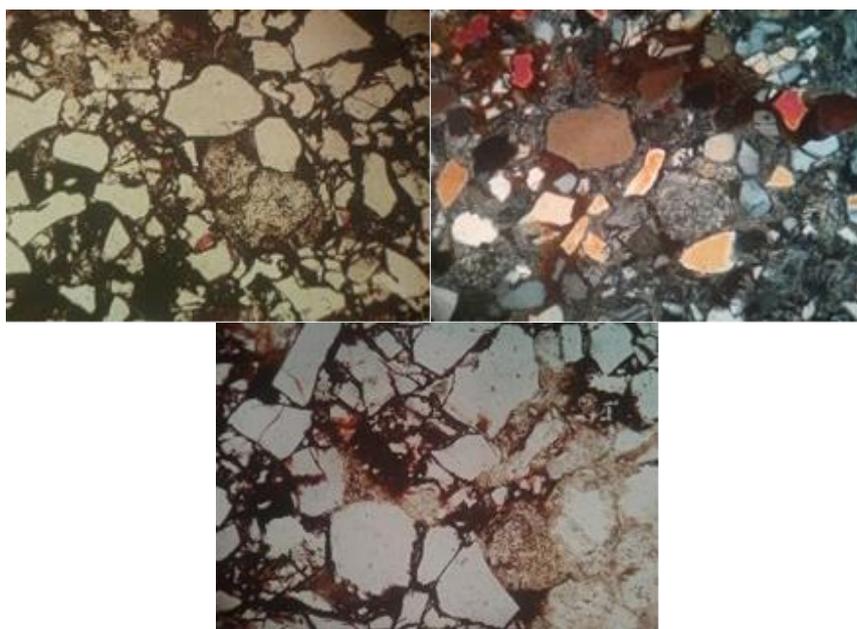
Analisis Porositas Teramati dengan Metode Petrografis

Berdasarkan pengamatan megaskopis dan mikroskopis Sampel Res-1 dan Res-10 merupakan batupasir gampingan (*calcareous feldspathic arenite*) dengan struktur sedimen *swaley cross-stratification*., ukuran butir pasir sedang, butiran membundar tanggung - membundar, derajat pemilahan sedang - baik, butiran saling mendukung. Res-8 dan, Res-9. merupakan *calcareous feldspathic arenite* dengan ukuran pasir sedang, bentuk butir membundar tanggung - membundar, terpilah sedang - baik, butiran saling mendukung dengan struktur sedimen perlapisan sejajar. Sampel Res-2, Res-8, Res-3, Res-5, Res-6, dan Res-7 merupakan *calcareous feldspathic arenite* dengan ukuran pasir sedang, bentuk butir meruncing tanggung - membundar, terpilah buruk - sedang, butiran saling mendukung dengan struktur sedimen perlapisan sejajar. Res-4 merupakan *calcareous feldspathic wacke*, ukuran pasir kasar, bentuk butir meruncing tanggung - membundar tanggung, terpilah buruk, butiran mengambang dalam matriks dengan struktur sedimen perlapisan sejajar. Batuan tersusun oleh feldspar, kuarsa, fragmen batuan dan mineral opak yang tersemen oleh karbonat (Gambar 3,4 dan 5).

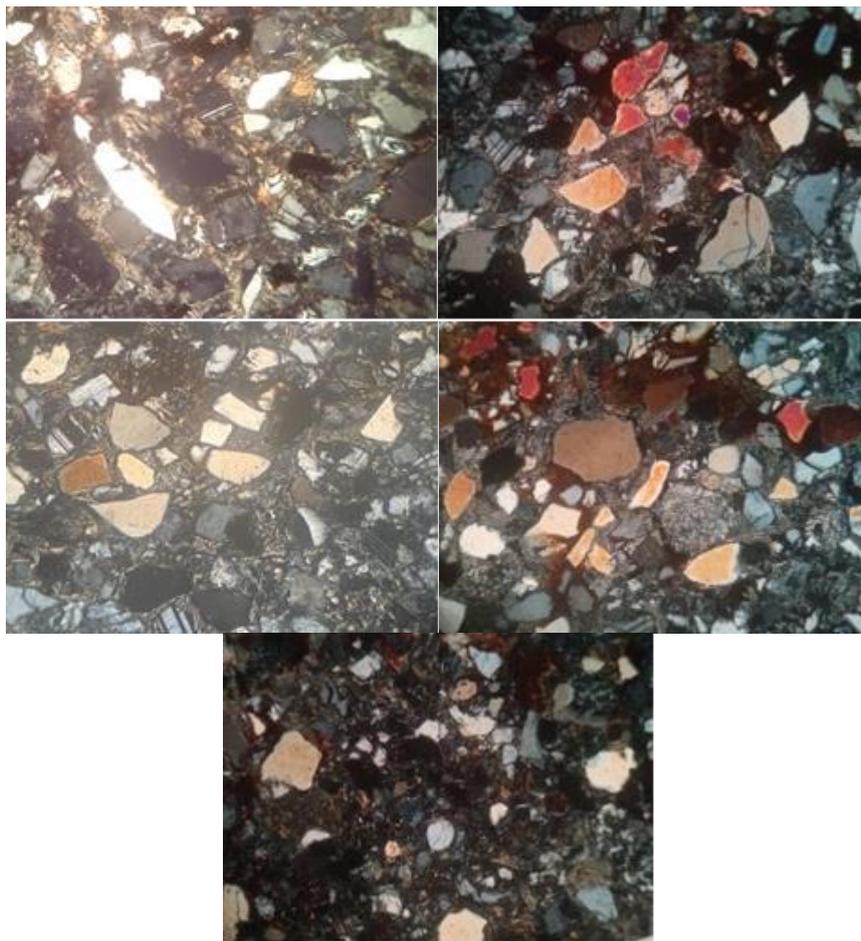
Morfologi rongga pori yang dijumpai berupa *catenary pore* dan *cul-de-sac pore* di mana rongga pori yang ada dihubungkan oleh satu atau lebih pori dan *closed pore*. Jenis porositas yang dijumpai adalah porositas primer yang terbentuk bersamaan dengan proses pengendapan. Tipe porositas primer pada sampel ini adalah porositas interpartikel dimana pori terdapat diantara butiran. Berdasarkan pengamatan petrografis didapatkan nilai porositasnya berkisar dari 9,5% (buruk) - 16,8% (baik) (Tabel 1).

Analisis Porositas Terukur dengan Metode Penimbangan

Dari hasil analisis didapatkan data rentang nilai porositas efektif terukur sampel batuan yang dianalisis dari yang terendah, yaitu 3,26% hingga yang tertinggi yaitu 20,20%. Dari rentang nilai tersebut didapatkan empat klasifikasi jenis porositas menurut Koesoemadinata (1980), yaitu dapat diabaikan, cukup, baik, dan sangat baik. Jenis porositas dapat diabaikan terdapat pada sampel Res-4 dengan nilai porositas 3,26%. Pada sampel Res-2, Res-3, Res-5, Res-6, dan Res-7 didapatkan jenis porositas cukup dengan nilai masing-masing 10,22%; 13,10%; 13,37%; 14,25%; dan 10,77%. Nilai porositas baik terdapat pada sampel Res-8 dan Res-9 dengan nilai 19,52% dan 17,65%. Pada sampel Res-1 dan Res-10 nilai porositasnya sangat baik, yaitu 20,17% dan 20,20% (Tabel 1).



Gambar 3. Sayatan tipis Sampel Res-1, Res-8 dan Res-10 yang menunjukkan batuan dengan porositas baik.



Gambar 4. Sayatan petrografis Sampel Res-2, Res-3, Res-5, Res-6 dan Res-7 yang menunjukkan batuan dengan porositas cukup



Gambar 5. Sayatan tipis Sampel Res-4 yang menunjukkan porositas buruk

3) Analisis Permeabilitas

Dari hasil analisis menggunakan alat permeameter gas didapatkan data rentang nilai permeabilitas sebenarnya dari sampel batuan yang dianalisis, berkisar dari yang terendah, yaitu 8,71 mD hingga yang tertinggi yaitu 66,59 mD. Dari rentang nilai tersebut didapatkan kategori nilai permeabilitas

berdasarkan klasifikasi permeabilitas semi kuantitatif, yaitu permeabilitas dengan kategori cukup - baik. Distribusi permeabilitas dengan nilai baik berada pada setiap sampel batuan, yaitu Sampel Res-1, Res-2, Res-3, Res-4, Res-5, Res-6, Res-7, Res-8, Res-9, dan Res-10 dengan masing-masing nilai permeabilitas yaitu 66,59 mD; 30,71 mD;

**Studi Kualitas Batuan Reservoir Formasi Kalibiuk
Daerah Purbalingga Sub-Cekungan Banyumas**

50,84 mD; 8,71 mD; 24,93 mD; 39,10 mD; 15,79 mD, 60,17 mD, 58,34 mD dan 60,10 mD (Tabel 1).

4) Kualitas Reservoir

Dari hasil analisis porositas dan permeabilitas pada 10 sampel menunjukkan bahwa kualitas reservoir Formasi Kalibiuk dapat dibagi menjadi 4 kategori, yaitu sangat baik, baik, cukup dan buruk. Sebagian besar batupasir gampingan pada daerah telitian mempunyai kualitas reservoir cukup. Kualitas reservoir sangat baik dicirikan oleh porositas baik - sangat baik dan permeabilitas baik, dijumpai pada Sampel Res-1 dan Res-10. Batuan yang termasuk dalam kategori ini mempunyai karakteristik secara megaskopis dan petrografis merupakan *calcareous feldspathic arenite*, ukuran pasir sedang, bentuk butir *rounded*, terpilah baik, butiran saling mendukung dengan struktur sedimen *swaley cross stratification*.

Kualitas reservoir baik dicirikan oleh porositas baik dan permeabilitas baik dijumpai pada Sampel Res-8 dan, Res-9. Batuan yang termasuk dalam kategori ini mempunyai karakteristik secara megaskopis dan petrografis merupakan *calcareous feldspathic arenite*, ukuran pasir sedang, bentuk butir *subrounded - rounded*, terpilah sedang - baik, butiran saling mendukung dengan struktur sedimen perlapisan sejajar.

Kualitas reservoir cukup dicirikan oleh porositas cukup dan permeabilitas baik, dijumpai pada Sampel Res-2, Res-3, Res-5, Res-6 dan Res-7. Batuan yang termasuk dalam kategori ini mempunyai karakteristik secara megaskopis dan petrografis merupakan *calcareous feldspathic arenite*, ukuran pasir sedang, bentuk butir *subrounded - rounded*, terpilah sedang butiran saling mendukung dengan struktur sedimen perlapisan sejajar.

Tabel 1. Hasil analisis porositas dan permeabilitas Formasi Kalibiuk

| Nmr | Nomor Sampel | Litologi | Karakteristik | Porositas Teramati (%) | Porositas Terukur (%) | Permeabilitas (mD) |
|-----|--------------|-------------------------------|---|------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1. | Res-1 | Calcareous feldspatic arenite | Pasir sedang, rounded, terpilah baik | 15,80 Baik | 20,17 Sangat Baik | 66,59 Baik |
| 2. | Res-2 | Calcareous feldspatic arenite | Pasir halus; subrounded, terpilah sedang | 14,20 Cukup | 10,22 Cukup | 30,71 Baik |
| 3. | Res -3 | Calcareous feldpatic arenite | Pasir sedang, subrounded, terpilah sedang | 14,50 Cukup | 13,10 Cukup | 50.84 Baik |
| 4. | Res-4 | Calcareous feldpatic wacke | Pasir kasar, subrounded, terpilah buruk | 9,50 Buruk | 3,26 Dapat diabaikan | 8,71 Cukup |
| 5. | Res-5 | Calcareous feldpatic arenite | Pasir sedang, subrounded, terpilah sedang | 14,40 Cukup | 13,37 Cukup | 24,93 Baik |
| 6. | Res-6 | Calcareous feldpatic arenite | Pasir sedang, subrounded, terpilah sedang | 14,40 Cukup | 14,25 Cukup | 39,10 Baik |
| 7. | Res-7 | Calcareous feldpatic arenite | Pasir sedang, subrounded, terpilah sedang | 14,20 Cukup | 10,77 Cukup | 15,79 Baik |
| 8. | Res-8 | Calcareous feldpatic arenie | Pasir sedang, rounded, terpilah baik | 16.80 Baik | 19,22 Baik | 60,17 Baik |
| 9. | Res-9 | Calcareous feldpatic arenite | Pasir sedang, subrounded, terpilah baik | 16,20 Baik | 17,65 Baik | 58,34 Baik |
| 10. | Res-10 | Calcareous feldpatic arenite | Pasir sedang, rounded, terpilah baik | 15,60 Baik | 20,20 Sangat Baik | 60,10 Baik |

Kualitas buruk dicirikan oleh porositas dapat diabaikan - buruk dan permeabilitas cukup, dijumpai pada Sampel Res-4. Batuan yang termasuk dalam kategori ini mempunyai karakteristik secara megaskopis dan petrografis merupakan *calcareous feldspathic wacke*, ukuran pasir kasar, bentuk butir *subangular - subrounded*, terpilah buruk, butiran mengambang dalam matriks dengan struktur sedimen masif.

Perbedaan kualitas reservoir pada batupasir gampingan penyusun Formasi Kalibiuk di daerah telitian disebabkan oleh perbedaan proses sedimentasi masing-masing lapisan yang akan tercermin pada karakter tekstur dan struktur sedimennya. Kualitas reservoir sangat baik dijumpai pada batupasir gampingan (*calcareous feldspathic arenite*) yang ditafsirkan proses pengendapannya terjadi karena adanya aktifitas gelombang badai dengan energi dan tingkat turbulensi yang kuat di lingkungan laut dangkal. Besarnya energi dan tingkat turbulensi gelombang badai menyebabkan sedimen yang diendapkan dalam kondisi tersebut mempunyai ciri berbutir seragam karena proses pemilahan butir berjalan dengan baik, bentuk butir *rounded*, butiran saling menyangga karena miskin kandungan matriks lempungan dan dijumpai struktur *swaley cross stratification*.

Kualitas reservoir baik dijumpai pada batupasir gampingan (*calcareous feldspathic arenite*) yang ditafsirkan proses pengendapannya terjadi karena adanya aktifitas gelombang dengan energi dan tingkat turbulensi yang kuat di lingkungan laut dangkal. Tidak ada bukti yang menunjukkan adanya pengaruh badai pada proses pengendapan batuan ini. Besarnya energi dan tingkat turbulensi gelombang menyebabkan sedimen yang diendapkan dalam kondisi tersebut mempunyai ciri berbutir agak seragam karena proses pemilahan butir berjalan dengan baik, bentuk butir *subrounded - rounded*, butiran saling menyangga karena miskin kandungan matriks lempungan dan dijumpai struktur sedimen perlapisan sejajar.

Kualitas reservoir cukup dijumpai pada batupasir gampingan (*calcareous feldspathic arenite*) yang ditafsirkan proses pengendapannya terjadi karena adanya aktifitas gelombang dengan energi dan tingkat turbulensi sedang di lingkungan laut dangkal. Tidak ada bukti yang menunjukkan

adanya pengaruh badai pada proses pengendapan batuan ini. Tingkat energi dan turbulensi gelombang menengah menyebabkan sedimen yang diendapkan dalam kondisi tersebut mempunyai ciri tingkat keseragaman butir sedang, bentuk butir *subrounded - rounded*, sebagian besar butiran saling menyangga dengan kandungan matriks lempungan yang cukup banyak dan dijumpai struktur sedimen perlapisan sejajar.

Kualitas reservoir buruk dijumpai pada batupasir gampingan (*calcareous feldspathic wacke*) yang ditafsirkan proses pengendapannya terjadi karena adanya aktifitas gelombang dengan energi dan tingkat turbulensi sedang dalam kondisi kecepatan sedimentasi yang tinggi di lingkungan laut dangkal. Tidak ada bukti yang menunjukkan adanya pengaruh badai pada proses pengendapan batuan ini. Tingkat energi dan turbulensi gelombang menengah dengan kecepatan sedimentasi yang tinggi, menyebabkan sedimen yang diendapkan dalam kondisi tersebut mempunyai ciri tingkat keseragaman butir buruk, bentuk butir *subrounded - rounded*, butiran mengambang dalam matriks lempungan yang melimpah dan dijumpai struktur sedimen masif.

IV. Kesimpulan

- 1) Formasi Kalibiuk yang tersingkap di lokasi penelitian daerah Banyumas tersusun atas batupasir gampingan dengan sisipan tipis, batulempung gampingan, batupasir dan batupasir kerikilan yang diendapkan pada lingkungan laut dangkal.
- 2) Dari hasil pengujian didapatkan porositas teramati (petrografis) berkisar dari 9,50 % (buruk) - 16,80% (baik), porositas terukur (timbangan) berkisar dari 3,26 % (dapat diabaikan) - 20,20% (sangat baik) dengan permeabilitas bervariasi dari 8,71 mD (cukup) - 66,59 mD (baik).
- 3) Kualitas reservoir batupasir Formasi Kalibiuk dapat dikategorikan menjadi sangat baik, baik, cukup dan buruk. Perbedaan kualitas reservoir tersebut disebabkan karena perbedaan proses pengendapannya yang tercermin pada karakteristik tekstur dan struktur sedimennya.

V. Daftar Pustaka

Asikin, S., Handoyo, A., Prastistho, B., Gafour, S., 1992. *Peta Geologi Lembar Banyumas*

**Studi Kualitas Batuan Reservoar Formasi Kalibiuk
Daerah Purbalingga Sub-Cekungan Banyumas**

- Jawa*, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Djuri. M., Samodra, H., Amin, T.C., dan Gafour. S., 1996. *Peta Geologi Lembar Purwokerto, Jawa, Skala 1:100.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Klinkenberg, L.J. 1941. *The Permeability of Porous Media to Liquids and Gases*, Drilling and Production Practice. American Petroleum Institute. Hal 200 –213.
- Koesoemadinata, R.P. 1980. *Geologi Minyak dan Gasbumi*. Edisi Kedua, Jilid 1. Bandung: Penerbit ITB. Hal. 79 – 89.
- Pettijohn, F.J. 1975. *Sedimentary Rocks*. Third Edition. New York: Harper & Row, Publishers. Hal. 1 – 13.
- Selley, R.C. 1985. *Elements of Petroleum Geology*. New York: W. H. Freeman and Company. Hal. 219 – 231.
- Williams, H., Turner, F.J., Gilbert, C.M. 1982. *Petrography. An Introduction to the Study of Rocks in Thin Sections*. Second Edition. W.H. San Fransisco: Freeman and Company. 626 hal.
- Walker, Roger G., James, Noel P., 1992. *Facies Models Response To Sea Level Change*, Geological Association of Canada, Canada, Hal. 219 – 238.