

**ROUTINE CORE ANALYSIS (RCAL) UNTUK MENENTUKAN POROSITAS,
PERMEABILITAS DAN SATURASI PADA BATUPASIR (SANDSTONE)**

Arief Rahman

Institut Teknologi Petroleum Balongan (ITPB) Indramayu, Jawa Barat, Indonesia
Email: arief11rahman@gmail.com

*Correspondence : Arief Rahman

INFO ARTIKEL

Diajukan : 04-11-2022
Diterima : 18-11-2022
Diterbitkan : 30-11-2022

Kata kunci: Routine Core Analysis (RCAL); Porositas; Permeabilitas; Saturasi.

Keywords : Routine Core Analysis (RCAL); Porosity; Permeability; Saturation.

ABSTRAK

Sifat fisik batuan reservoir dasar yang sangat penting untuk diketahui, khususnya dalam industri migas, diantaranya porositas, permeabilitas, dan saturasi. Ketiga sifat fisik batuan tersebut menentukan keekonomian suatu lapangan migas khususnya pada lapisan batuan reservoir. Batupasir (*sandstone*) adalah litologi yang dapat menjadi batuan reservoir migas yang sangat umum dijumpai. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium menggunakan tiga (3) sampel *core plug* dari *conventional core*. Metode yang digunakan dalam pengukuran Porositas adalah boyle's law helium porosimeter, sedangkan untuk pengukuran saturasi menggunakan hasil dari metode Conventional Retort. Hasil penelitiannya adalah nilai porositas dari ketiga sampel yang diambil dari nilai rata-rata yaitu 23,76%, yang termasuk kategori sangat baik (*very good*). Sedangkan Nilai permeabilitas dari ketiga sampel yang diambil dari nilai rata-rata yaitu 211,67 mD yang juga termasuk kategori sangat baik (*very good*). Dari grafik porositas terhadap permeabilitas menunjukkan hubungan yang berbanding lurus, lalu dari grafik porositas terhadap kedalaman dari tiga sampel di atas menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik, ditunjukkan dengan *trendline* namun dengan nilai R^2 yang sangat rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan dua hal, yaitu: kurangnya data sampel, dan terlalu dekatnya spasi sampel sehingga tidak bisa digunakan sebagai justifikasi bahwa porositas dan kedalaman tidak berbanding terbalik. Nilai saturasi minyak (S_o) dan saturasi gas (S_g) dari ketiga sampel yang diambil dari nilai rata-rata yaitu 46% dan 1,7%.

ABSTRACT

The physical properties of basic reservoir rocks that are very important to know, especially in the oil and gas industry, include porosity, permeability and saturation. The three physical properties determine the economics of an oil and gas field, especially in the reservoir rock layer. Sandstone (sand) is a lithology that very common oil and gas reservoir rock. The research was conducted at a laboratory scale using three (3) core plug samples from conventional cores. The method used in the Porosity measurement is Boyle's law helium porosimeter, while for the measurement of saturation using the results of the Conventional Retort method. The results of his research are the porosity values of the three samples taken from an average

value of 23.76%, which is in the very good (very good) category. Meanwhile, the permeability values of the three samples were taken from an average value of 211.67 mD which is also in the very good category. From the graph of porosity to permeability it shows a directly proportional relationship, then from the graph of porosity to depth of the three samples above it shows an inverse relationship, those are shown by the trendline but with a very low R^2 value. This is possibly caused by two things, namely: lack of sample data, and too close sample interval so that it cannot be used as justification that porosity and depth are not reversed. Oil saturation values (S_o) and gas saturation (S_g) of the three samples were taken from the average values of 46% and 1.7%.



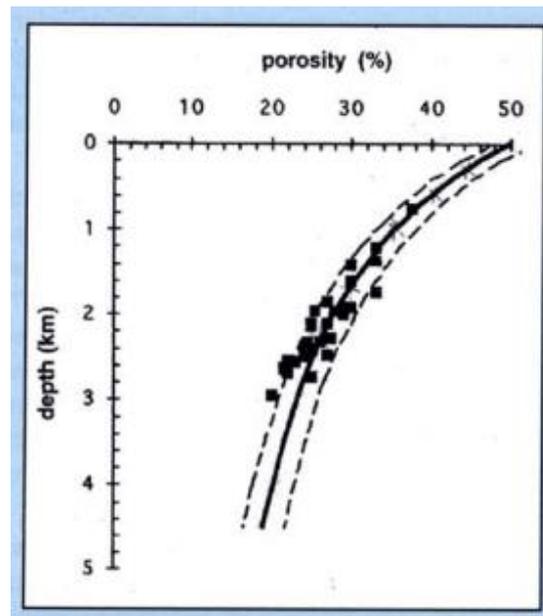
Attribution-ShareAlike 4.0 International

Pendahuluan

Sifat fisik batuan reservoir dasar yang sangat penting untuk diketahui, khususnya dalam industri migas, diantaranya porositas, permeabilitas, dan saturasi. Porositas batuan dan saturasi fluida di dalamnya sangat penting digunakan untuk menghitung volume sumber daya atau cadangan minyak dan gas (migas) dalam suatu batuan reservoir atau lapangan migas tertentu. Sedangkan permeabilitas menentukan seberapa besar fluida khususnya migas dapat mengalir melalui batuan reservoir tersebut, mengetahui radius pengurasan batuan reservoir, dan masih banyak lagi fungsinya. Ketiga sifat fisik batuan tersebut menentukan keekonomian suatu lapangan migas khususnya pada lapisan batuan reservoir. Batupasir (*sandstone*) adalah litologi yang dapat menjadi batuan reservoir migas (konvensional) yang sangat umum dijumpai, selain batugamping (*limestone*).

Porositas

Dirangkum dari Koesoemadinata dalam ([Rahman & Rahmawati](#), 2022), “porositas” (ϕ) merupakan perbandingan volume rongga pori (PV) dengan volume total seluruh batuan (BV). Satuan porositas dinyatakan dalam desimal 0 - 1 (tanpa satuan) atau persen (%). Dirangkum dari ([Yu & Menouar](#), 2015) Porositas suatu batuan dapat diperoleh dari hasil analisis batuan inti atau *core* (uji laboratorium), atau logging sumur atau *well logging*, dan uji sumur atau *well testing*. Dirangkum dari (Davies et al., 2018) Nilai porositas suatu batuan reservoir (pada studi kasus batupasir) semakin berkurang (nilai porositas semakin kecil) seiring dengan bertambahnya kedalaman.



Gambar 1

Grafik hubungan porositas terhadap kedalaman pada batupasir yang menunjukkan berbanding terbalik

Dalam uji laboratorium menggunakan sampel batuan inti (*core*), PV (*Pore Volume*) tidak langsung diketahui, namun diperoleh dari BV (*Bulk Volume*) dikurangi GV (*Grain Volume*) yang diukur terlebih dahulu. Rumus untuk porositas adalah sebagai berikut:

$$\text{Porositas } (\phi) = ((BV - GV)/BV) * 100\%, \text{ dimana } BV - GV = PV, \text{ maka}$$

$$\text{Porositas } (\phi) = (PV / BV) * 100\%$$

Diambil dari ([Sukandarrumidi, 2013](#)) porositas dibagi dalam beberapa tingkatan kualitas dirangkum dalam tabel di bawah ini:

Tabel 1. Kualitas Porositas

Prosentase Porositas	Keterangan Kualitas
0 – 5%	Dapat diabaikan (<i>negligible</i>)
5 – 10%	Buruk (<i>poor</i>)
10 - 15%	Cukup (<i>fair</i>)
15 – 20%	Baik (<i>good</i>)
20 – 25%	Sangat Baik (<i>very good</i>)
> 25%	Istimewa (<i>excellent</i>)

Sumber : ([Sukandarrumidi, 2013: 151](#))

Permeabilitas

Dirangkum dari ([Rukmana et al., 2012](#)) permeabilitas batuan (k) yaitu nilai suatu batuan porous yang menunjukkan kemampuan untuk mengalirkan fluida. Uji permeabilitas pertama kali dilakukan melalui percobaan Henry Darcy (1856). Satuan dari permeabilitas yaitu Darcy. Definisi batuan 1 Darcy menurut hasil percobaan tersebut yaitu apabila batuan mampu mengalirkan fluida dengan laju 1 cm³/s, memiliki viskositas 1 cp, sejauh 1 cm dan mempunyai penampang seluas 1 cm², lalu perbedaan tekanan sebesar 1 atm, maka persamaan ditulis seperti berikut ini:

$$k = (Q \times \mu) / (A (\Delta P / \Delta L))$$

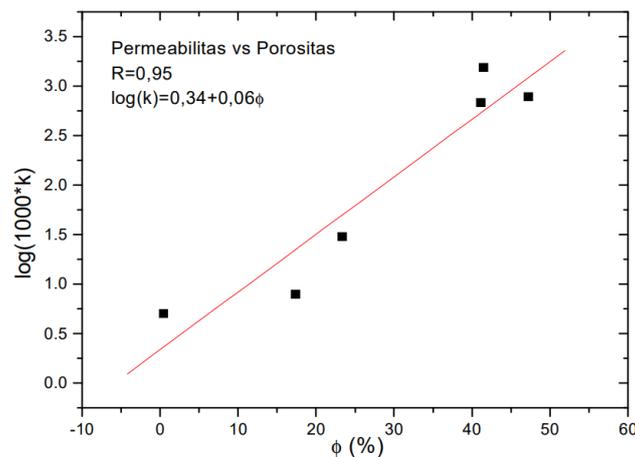
Dimana: k = Permeabilitas media berpori, darcy
 Q = Debit / laju alir, cm^3/s
 μ = Viskositas fluida, cp
 A = Luas Penampang, cm^2
 ΔP = beda tekanan masuk dan keluar, atm
 ΔL = panjang media berpori, cm

Klasifikasi nilai permeabilitas ditulis dalam persen milli darcy atau mD, seperti tabel berikut ini:

Tabel 2. Klasifikasi Permeabilitas

Rentang Nilai	Keterangan
1 – 10 mD	Cukup (<i>fair</i>)
10 – 100 mD	Baik (<i>good</i>)
100 - 1000 mD	Sangat Baik (<i>very good</i>)

Hubungan porositas dan permeabilitas pada batupasir adalah berbanding lurus, yaitu yaitu semakin tinggi nilai porositas maka nilai permeabilitas juga akan semakin tinggi seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2

Grafik hubungan porositas dan permeabilitas pada batupasir yang menunjukkan berbanding lurus (Nurwidyanto, 2005)

Saturasi

Dirangkum dari (Dwiyono, Imam Fajri., 2014) Kejenuhan cairan atau saturasi yang berada dalam pori yaitu perbandingan antara volume cairan terhadap volume ruang pori. Jika kejenuhan air suatu batuan adalah 10%, sama dengan 1/10 dari ruang pori tersisi air, sisanya, terisi sesuatu yang lain (misalnya minyak, gas, dan lain-lain). Pori batuan (reservoir) selalu terisi fluida. Saturasi pada umumnya ditulis dalam persen atau dapat ditulis dalam desimal 0-1.

Routine Core Analysis (RCAL) Untuk Menentukan Porositas, Permeabilitas, dan Saturasi Pada Batupasir (Sandstone)

Diambil dari ([PERM Inc](#), 2022), saturasi didefinisikan sebagai fraksi atau prosentasi dari volume pori dari fluida utama (minyak, gas, atau air). Secara matematika ditulis dalam persamaan berikut ini:

Saturasi Fluida = Volume Total fluida / Volume Pori.

Semua saturasi berdasarkan volume pori bukan gross volume reservoir. Saturasi dari tiap individual fase memiliki rentang nilai dari nol sampai 100%. Berdasarkan definisinya, jumlah dari saturasi 100% dapat ditulis

$$S_o + S_w + S_g = 100\%$$

Dimana:

- S_o = Saturasi minyak
- S_w = Saturasi air
- S_g = Saturasi gas

Diambil dari ([Pamungkas](#), 2011) secara matematis, besarnya saturasi untuk masing-masing fluida dituliskan dalam persamaan berikut:

Saturasi Minyak (S_o) = Volume pori terisi minyak / volume pori total.

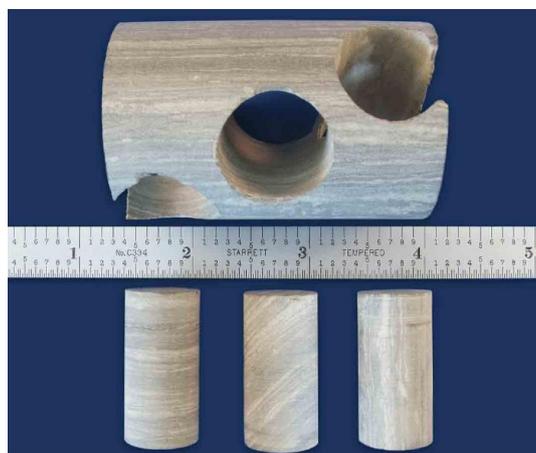
Saturasi Air (S_w) = Volume pori terisi air / volume pori total.

Saturasi Gas (S_g) = Volume pori terisi gas / volume pori total.

Core sample (sampel batuan inti)

Sampel *core* (batuan inti) hasil pengeboran sumur migas, umumnya berbentuk tabung silinder. Diambil dari ([Schleifer et al.](#), 2018) analisis data *core* dapat dilakukan pada beberapa tipe, yaitu:

- Analisis *core* konvensional atau *core plug*,
- Analisis *core* keseluruhan (*whole core analysis*),
- Analisis *core* dinding lubang pengeboran (*sidewall core analysis*).



Gambar 3

Contoh gambar *conventional core* (atas), dan *core plug* (bawah), ([Schlumberger](#), 2012)

Dirangkum dari ([Schlumberger](#), 2012)- Oilfield Glossary (-). *Whole core* atau *conventional core* (batuan ini konvensional) adalah *core* yang dibor secara konvensional dalam bentuk utuh. sedangkan *core plug* adalah sebuah sampel *plug*, diambil dari *conventional core* untuk keperluan sampel analisis. *Core plug* biasanya diambil dengan ukuran diameter 1 inci sampai dengan 1 1/2 inci [2,5 hingga 3,8 cm] dengan panjang 1 inci hingga 2 inci [5 cm]. Sesuai keperluan, *core plug* diambil secara tegak lurus dengan sumbu *core* atau sejajar (horizontal) yang disebut *core plug* horizontal, jika dipotong dari lubang sumur vertikal disebut *core plug* vertikal.

RCAL

Dirangkum dari ([Saputra et al.](#), 2019) dan ([Bhd](#), 2022), *Routine Core Analysis (RCAL)* adalah analisis paling fundamental properti batuan. Analisis tersebut meliputi porositas (kapasitas penyimpanan untuk fluida reservoir), permeabilitas (kapasitas alir reservoir), saturasi (isi dan jenis fluida), dan litologi.

Uji menentukan porositas skala laboratorium menggunakan sampel *core plug*, menurut ([Yu & Menouar](#), 2015) yaitu menggunakan helium dan menerapkan hukum Boyle. Sebab digunakan helium dibanding gas lain yaitu:

- Molekul kecilnya dapat menembus pori-pori kecil dengan cepat.
- Bersifat Inert (tidak reaktif) dan tidak terserap di permukaan batuan.
- Gas Helium diasumsikan sebagai gas ideal untuk tekanan dan suhu.
- memiliki difusivitas tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menentukan nilai porositas batuan permeabilitas rendah.

Alat yang digunakan untuk pengukuran permeabilitas menggunakan AP-608 (Automated Permeameter-Porosimeter).



Gambar 4

Automated permeameter-porosimeter ([Shafiq et al.](#), 2019)

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menghitung porositas, dan mengetahui hubungan porositas dengan kedalaman sampel, hubungan porositas dengan permeabilitas, serta menghitung saturasi batuan reservoir yang berisi air, minyak, dan gas.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium. Standar prekondisi sudah dilakukan pada data sampel *core* (batuan inti) meliputi beberapa hal standar prosedur yaitu:

1. Cek kedalaman,

2. pengukuran SGR (*Spectral Gamma Ray*) untuk mengetahui jenis litologi dan QC kedalaman dengan data SGR hasil *well logging* (untuk keperluan analisis lainnya),
3. *CT Scan* untuk mengetahui kondisi data sampel core secara 3D,
4. *Plugging* yaitu pengambilan core plug dari sampel *conventional core*.
5. *Preserved Core* yaitu core cadangan, untuk keperluan analisis lain waktu.
6. *Slabbing* yaitu pembelahan data *core* untuk keperluan analisis dan *display* (tampilan).
7. *Cleaning* yaitu proses pencucian atau pembersihan *core* menggunakan larutan toluene dan methanol.
8. *Drying*, yaitu menggunakan *oven* yaitu, *hummidty oven* dan *convectinal oven*.

Data yang tersedia terdiri dari tiga (3) sampel seperti ditampilkan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 3. Data sampel core plug

Nomor Sampel	Kedalaman (m)	Diameter (cm)	Panjang (cm)	Berat (gr)	Grain Volume (cc)	Water Volume (cc)	Oil Volume (cc)	Gas Volume (cc)	Permeabilitas (mD)
1	316,00	3,77	4,99	111,01	42,10	2,70	2,68	0,06	186,85
2	316,80	3,77	5,08	115,46	43,78	2,70	3,18	0,10	174,15
3	317,20	3,74	4,96	109,31	41,43	4,00	2,18	0,15	274,09

Dari tabel diatas, kolom data kedalaman, diameter, panjang, dan berat sampel dilakukan secara manual menggunakan jang sorong dan timbangan, sedangkan kolom data *grain volume*, *water volume*, *oil volume*, *gas volume*, dan permeabilitas didapatkan dengan alat AP-608 (Automated Permeameter-Porosimeter).

Data litologi *core* yaitu batupasir (*sandstone*). Metode yang digunakan dalam pengukuran Porositas adalah boyle's law helium porosimeter, sedangkan untuk pengukuran saturasi menggunakan hasil dari metode Conventional Retort.

Hasil dan Pembahasan

Porositas

Core plug berupa silinder tipis, sehingga untuk menghitung volume batuan atau *Bulk Volume* (BV) menggunakan rumus menghitung volume tabung yaitu

$$BV = \pi \times r^2$$

Dimana: $\pi = 22/7$ dan $r = 0,5$ Diameter

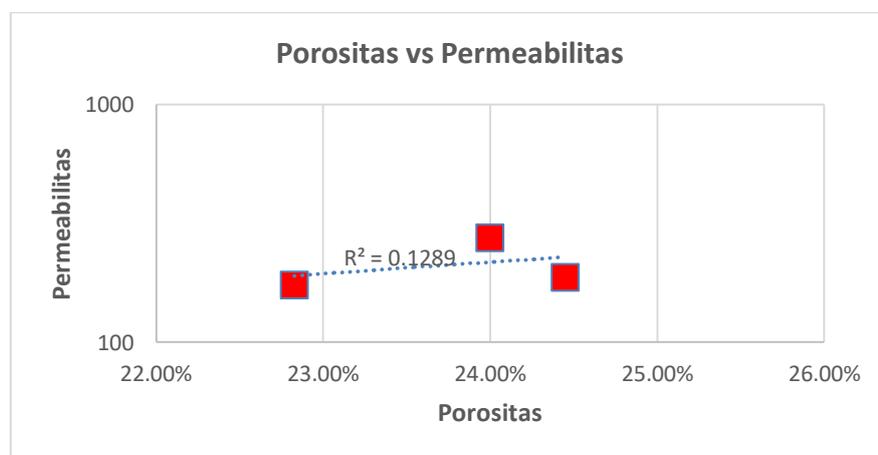
Nilai Grain Volume (GV) didapat dari pengukuran alat AP-608 (Automated Permeameter-Porosimeter), sehingga nilai Pore Volume (PV) = BV – GV, dan nilai Porositas = PV/GV. Hasil perhitungan menggunakan rumus tersebut ditulis dalam tabel di bawah ini:

Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Porositas

Nomor Sampel	Kedalaman (m)	Diameter (cm)	Panjang (cm)	Berat (gr)	Grain Volume (cc)	Bulk Volume (cc)	Bulk Density (gr/cc)	Pore Volume (cc)	Porosity (%)
1	316,00	3,77	4,99	111,01	42,10	55,72	1,99	13,62	24,45 %
2	316,80	3,77	5,08	115,46	43,78	56,73	2,04	12,95	22,83 %
3	317,20	3,74	4,96	109,31	41,43	54,51	2,01	13,08	24,00 %

Nilai porositas rata-rata dari 3 sampel ini yaitu 23,76%, yang termasuk kategori sangat baik (*very good*). Sedangkan Nilai permeabilitas rata-rata dari 3 sampel ini yaitu 211,67 mD yang juga termasuk kategori sangat baik (*very good*).

Selanjutnya dilakukan plot porositas terhadap permeabilitas, untuk membuktikan hubungan berbanding lurus antara nilai porositas terhadap permeabilitas. Berikut ini adalah grafik proporsitas terhadap permeabilitas dari tiga sampel tersebut:

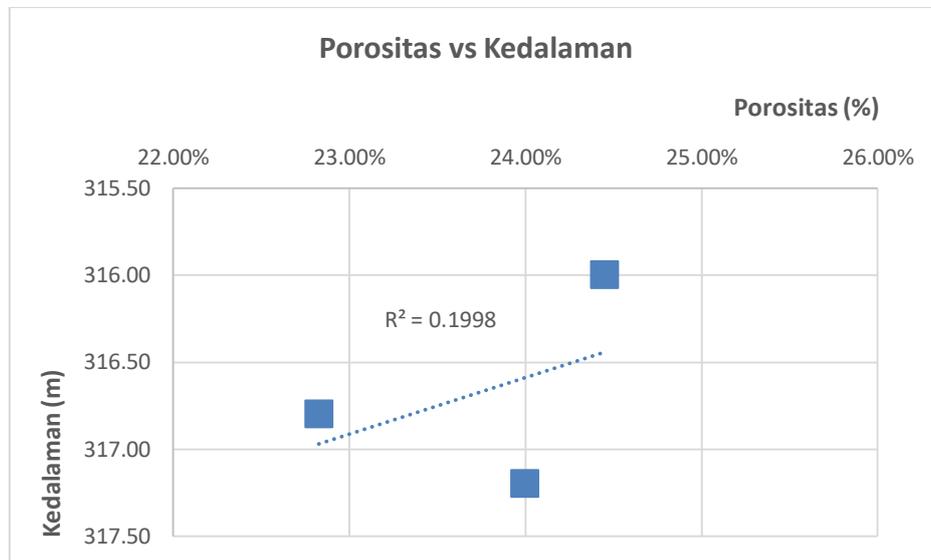


Gambar 3

Grafik hubungan porositas terhadap permeabilitas.

Dari grafik porositas terhadap permeabilitas (skala logaritmik) dari tiga sampel di atas menunjukkan hubungan yang berbanding lurus ditunjukkan dengan *trendline* (titik-titik biru), yaitu semakin tinggi nilai porositas maka nilai permeabilitas juga akan semakin tinggi seperti yang ditunjukkan (Wahyuni & Nurwidiyanto, 2016). Namun dengan nilai R^2 yang sangat rendah (0,1289), hal ini kemungkinan disebabkan dua hal, yaitu: kurangnya data sampel, dan terlalu dekatnya spasi sampel sehingga tidak bisa digunakan sebagai justifikasi bahwa porositas dan kedalaman tidak berbanding terbalik.

Selanjutnya dilakukan plot porositas terhadap kedalaman, untuk membuktikan hubungan nilai porositas terhadap kedalaman. Berikut ini adalah grafik porositas terhadap kedalaman dari tiga sampel tersebut:



Gambar 4

Grafik hubungan porositas terhadap kedalaman.

Dari grafik porositas terhadap kedalaman dari tiga sampel di atas menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik ditunjukkan dengan *trendline* (titik-titik biru), yaitu semakin dalam, maka nilai porositas akan semakin berkurang, seperti yang ditunjukkan (Davies et al., 2018). Namun dengan nilai R^2 yang sangat rendah (0,1998), hal ini kemungkinan juga disebabkan dua hal, yaitu: kurangnya data sampel, dan terlalu dekatnya spasi sampel sehingga tidak bisa digunakan sebagai justifikasi bahwa porositas dan kedalaman tidak berbanding terbalik.

Saturasi

Pengukuran saturasi tiap fasa fluida menggunakan hasil metode conventional retort yang menghasilkan nilai volume air, minyak, dan gas dalam sampel *core plug*. Sesuai definisi saturasi yaitu perbandingan volume fluida dengan volume pori pada batuan, maka didapat hasil perhitungan dalam tabel di bawah ini:

Tabel 5. Data Hasil Pengukuran Saturasi

No	Kedalaman	Water Volume	Oil Volume	Gas Volume	Fluid Pore Volume	Water Saturasi	Oil Saturasi	Gas Saturasi	Sw + So + Sg
	(m)	(cc)	(cc)	(cc)	(cc)	(%)	(%)	(%)	(%)
1	316,00	2,70	2,68	0,06	5,44	50%	49%	1%	100%
2	316,80	2,70	3,18	0,10	5,98	45%	53%	2%	100%
3	317,20	4,00	2,18	0,15	6,33	63%	34%	2%	100%

Dari tiga sampel diatas diketahui bahwa jumlah saturasi minyak (S_o) tertinggi adalah pada sampel nomor 2 (kedalaman 316,8 m), sebesar 53%, dan saturasi gas (S_g) sebanyak 2%. Sedangkan untuk rata-rata S_o dari ketiga sampel yaitu 46% dan S_g yaitu 1,7%.

Kesimpulan

Dari penelitian tersebut, didapat beberapa kesimpulan diantaranya; nilai porositas dari ketiga sampel yang diambil dari nilai rata-rata yaitu 23,76%, yang termasuk kategori sangat baik (*very good*). Sedangkan Nilai permeabilitas dari ketiga sampel yang diambil dari nilai rata-rata yaitu 211,67 mD yang juga termasuk kategori sangat baik (*very good*). Dari grafik porositas terhadap permeabilitas menunjukkan hubungan yang berbanding lurus, sementara dari grafik porositas terhadap kedalaman dari tiga sampel di atas menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik, keduanya ditunjukkan dengan *trendline* namun dengan nilai R^2 yang sangat rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan dua hal, yaitu: kurangnya data sampel, dan terlalu dekatnya spasi sampel sehingga tidak bisa digunakan sebagai justifikasi bahwa porositas dan kedalaman tidak berbanding terbalik. Nilai saturasi minyak (S_o) dan saturasi gas (S_g) dari ketiga sampel yang diambil dari nilai rata-rata yaitu 46% dan 1,7%.

Bibliografi

- Bhd, O. R. S. (2022). *Core Storage & Core Analysis: Routine Core Analysis*. [https://orogenic.com.my/our-services/core-storage-core-analysis/routine-core-analysis/#:~:text=Routine core analysis is the most fundamental rock,of rock using Dean Stark or Soxhlet](https://orogenic.com.my/our-services/core-storage-core-analysis/routine-core-analysis/#:~:text=Routine%20core%20analysis%20is%20the%20most%20fundamental%20rock,of%20rock%20using%20Dean%20Stark%20or%20Soxhlet)
- Davies, O., Davies, D. H., & Ngeri, P. A. (2018). Comparative analysis of porosity estimates in a sandstone reservoir: the Niger Delta as case study. *Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(11), 102–111. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3499003
- Dwiyono, Imam Fajri., dan S. W. (2014). Kompilasi Metode Water Saturation. *Evaluasi Formasi. Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-7*. [https://repository.ugm.ac.id/135147/1/420-437 M2P-03.pdf](https://repository.ugm.ac.id/135147/1/420-437%20M2P-03.pdf),
- Inc, P. (2022). *Saturation*. [https://perminc.com/resources/fundamentals-of-fluid-flow-in-porous-media/chapter-2-the-porous-medium/saturation/#:~:text=Saturation is defined as that fraction%2C or percent%2C,pore volume not gross volume of the reservoir.](https://perminc.com/resources/fundamentals-of-fluid-flow-in-porous-media/chapter-2-the-porous-medium/saturation/#:~:text=Saturation%20is%20defined%20as%20that%20fraction%20of%20pore%20volume%20not%20gross%20volume%20of%20the%20reservoir.)
- Pamungkas, J. (2011). *Pemodelan dan Aplikasi Simulasi Reservoir*. Jurusan Teknik Perminyakan, Universitas Pembangunan Nasional" Veteran <https://eprints.upnyk.ac.id/13489/>
- Rahman, A., & Rahmawati, R. (2022). Uji Laboratorium Sampel Core Plug untuk Menentukan Porositas, Permeabilitas dan Saturasi Minyak pada Reservoir Batugamping. *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(07), 840–854. <https://doi.org/10.36418/jist.v3i7.466>
- Rukmana, D., Kristanto, D., & Cahyoko Aji, V. D. C. (2012). *Teknik Reservoir: Teori dan Aplikasi*. Sadan Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (BPMIGAS) dengan [http://eprints.upnyk.ac.id/22460/1/14 - Buku Referensi Teknik Reservoir.pdf](http://eprints.upnyk.ac.id/22460/1/14%20-%20Buku%20Referensi%20Teknik%20Reservoir.pdf)
- Saputra, A. E., Ridwan, I., & Nurlina, N. (2019). Analisis Tingkat Resapan Air Menggunakan Sistem Informasi Geografis di Das Tabunio. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 1(1), 149–158. <https://doi.org/10.20527/flux.v1i1.6158>
- Schleifer, N., Kesse, E., & Lawrence, G. (2018). Avoiding Routine Core Analysis Plug Damage by Proper Evaluation of Core Gamma-Ray, Core Description and Wellsite Core Sampling. *International Symposium of the Society of Core Analysts, Trondheim, Norway*, 27–30. <http://jgmaas.com/SCA/2018/SCA2018-047.pdf>
- Schlumberger. (2012). *Oilfield Glossary*. Whole Core.
- Shafiq, M. U., Mahmud, H. K. Ben, Zahoor, M. K., Shahid, A. S. A., Rezaee, R., & Arif, M. (2019). Investigation of change in different properties of sandstone and dolomite samples

Routine Core Analysis (RCAL) Untuk Menentukan Porositas, Permeabilitas, dan Saturasi Pada Batupasir (Sandstone)

during matrix acidizing using chelating agents. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 9(4), 2793–2809.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s13202-019-0683-0>

Sukandarrumidi. (2013). *Geologi Minyak dan Gas Bumi untuk Geologist Pemula*. Gadjah Mada University Press.

Wahyuni, R. I., & Nurwidiyanto, M. I. (2016). Pemodelan Struktur Pada Lapangan Wahre, Cekungan Madura, Jawa Timur Untuk Perhitungan Cadangan Awal Gas (Gas Initial in Place). *Youngster Physics Journal*, 5(4), 235–244.
<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/bfd/article/view/14074>

Yu, Y., & Menouar, H. (2015). An experimental method to measure the porosity from cuttings: Evaluation and error analysis. *SPE Production and Operations Symposium*.
<https://onepetro.org/SPEOKOG/proceedings-abstract/15POS/All-15POS/SPE-173591-MS/182491>