

## Analisis Permeabilitas Relatif dengan Alat Peraga *Core Flooding*

Lia Yunita<sup>1</sup>, H.b Sukarjo<sup>2</sup>, Sari Wulandari Hafsari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Proklamasi 45

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Proklamasi 45

Korespondensi : [yunitalia@up45.ac.id](mailto:yunitalia@up45.ac.id).

### ABSTRAK

Permeabilitas merupakan salah satu sifat fisik batuan reservoir yang memiliki arti kemampuan batuan untuk meloloskan fluida. Dalam proses peningkatan perolehan minyak tahap lanjut (Enhanced Oil Recovery) pendesakan minyak peran permeabilitas relatif sangat penting, dimana proses pendesakan minyak oleh fluida pendesak akan menggantikan volume pori yang ditinggalkan oleh minyak. Tujuan penelitian ini adalah menentukan permeabilitas relatif batuan dengan alat peraga core flooding yang dirancang sederhana untuk meningkatkan pemahaman mekanisme pendesakan terhadap siswa SMK. Metode yang digunakan adalah menggunakan persamaan Darcy. Core yang dibuat merupakan batu pasir yang diambil di atas permukaan sesuai dan dicetak sesuai dengan tekanan alat core flooding yang dirancang. Hasil penentuan permeabilitas relative dari alat core flooding dengan injeksi fluida pendesak air sesuai dengan prinsip Darcy dimana tekanan semakin besar maka perubahan volume semakin kecil dan waktu yang dibutuhkan semakin cepat pada studi kasus batuan core yang sama.

**Kata kunci:** permeabilitas, relatif, core, flooding

### ABSTRACT

*Permeability is one of the physical properties of reservoir rock which means the rock's ability to pass fluid. In the process of increasing advanced oil recovery (Enhanced Oil Recovery), oil pressure plays a very important role, in relative permeability, where the process of pressing oil by the pressing fluid will replace the pore volume left by the oil. The aim of this research is to determine the relative permeability of rocks using a simple designed core flooding teaching aid to increase vocational school students' understanding of the pressure mechanism. The method used is to use the Darcy equation. The core made is sandstone taken from a suitable surface and molded according to the pressure of the designed core flooding tool. The results of determining the relative permeability of the core flooding tool with water pressure fluid injection are in accordance with the Darcy principle where the greater the pressure, the smaller the volume change and the faster the time needed in the same core rock case study.*

**Keywords:** permeability, relative, core, flooding

### PENDAHULUAN

Permeabilitas relatif mempunyai peran penting dalam proses peningkatan perolehan minyak tahap lanjut (Enhanced Oil Recovery). Peningkatan cadangan dan produksi migas nasional juga dilaksanakan dengan kegiatan eksplorasi termasuk pelaksanaan program Komitmen Kerja Pasti untuk menemukan prospek dan lead baru, penerapan Enhanced Oil Recovery (EOR) pada lapangan-lapangan yang berpotensi [1]. Alat core flooding dirancang untuk menambah pemahaman mengenai reservoir yang berada dibawah permukaan yang tidak terlihat kesat mata. Core yang dibuat merupakan batu pasir yang diambil di atas permukaan sesuai dan dicetak sesuai dengan tekanan alat core flooding yang dirancang. Core analisa akan mendeskripsikan sifat-sifat petrofisik (sifat fisik batuan) yang akan digunakan dalam menentukan kandungan minyak dalam reservoir. Sebelum melakukan core analisis, terdapat berbagai macam proses coring atau proses pengambilan sample bawah batuan dari lubang bor, [2,3] yaitu:

- Bottom hole coring adalah coring yang dilakukan bersamaan dengan saat pemboran berlangsung. Pengambilan sampelnya berada di dasar sumur.
- Side wall coring adalah coring yang dilakukan pada saat pemboran telah terlewati, sample diambil pada dinding lubang pada kedalaman tertentu yang dipilih berdasarkan log lithology dan hasil analisa cutting.

Informasi dari data analisa inti batuan dalam percobaan eksplorasi dapat digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan dapat diproduksinya hidrokarbon dari suatu sumur, sedangkan tahap eksploitasi dari reservoir dapat digunakan untuk pegangan melaksanakan kompleksi sumur (well completion) dan merupakan suatu informasi penting untuk melaksanakan proyek secondary dan tertiary recovery. Selain itu data inti batuan ini juga berguna sebagai bahan pembandingan dan kalibrasi dari metoda logging [4]. Prosedur analisa inti batuan pada dasarnya terdiri atas dua bagian, yaitu :

- Analisa inti batuan rutin atau routine core analysis
- Analisa inti batuan special atau special core analysis

Analisa inti batuan rutin biasanya berkisar tentang pengukuran porositas, permeabilitas absolut dan saturasi fluida. Sedangkan special core analysis adalah analisa karakteristik batuan untuk mengevaluasi produktifitas formasi hidrokarbon yang mencakup distribusi saturasi fluida dan karakteristik aliran dua atau tiga. Permeabilitas adalah sifat fisik batuan Reservoir untuk dapat mengalirkan fluida melalui pori-pori yang saling berhubungan tanpa merusak partikel pembentukan tersebut. Permeabilitas didefinisikan sebagai suatu angka yang menunjukkan kemampuan dari suatu batuan untuk mengalirkan fluida. Permeabilitas dapat dinyatakan dalam bentuk angka dengan menggunakan Formula Hukum Darcy [5]. Permeabilitas menurut Darcy (1856) dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut:

$$q = \frac{kAdp}{\mu dL} \text{ atau } k = \frac{q\mu dL}{Adp}$$

dengan q adalah laju rata-rata aliran melalui media pori ( $\text{cm}^3/\text{dt}$ ), k adalah permeabilitas (Darcy), A adalah luas alas benda yang dilalui aliran ( $\text{cm}^2$ ),  $\mu$  adalah viskositas fluida yang mengalir (sentipoise),  $dL/dp$  adalah tekanan per panjang benda ( $\text{atm}/\text{cm}$ ).

Penentuan nilai permeabilitas hanya dapat dilakukan di laboratorium. Kondisi ini menyebabkan perlunya diketahui hubungan antara porositas dan permeabilitas melalui pengukuran di laboratorium sehingga dapat diperkirakan nilai permeabilitas dari nilai porositas.

Pada bagian dalam batuan reservoir fluida yang mengalir biasanya lebih dari satu macam, sehingga permeabilitas dapat dibagi menjadi :

- Permeabilitas Absolut merupakan harga permeabilitas suatu batuan apabila fluida yang mengalir melalui pori-pori batuan hanya terdiri dari satu fase contoh yang mengalir hanya gas, atau minyak.
- Permeabilitas Efektif merupakan permeabilitas bila fluida yang mengalir lebih dari satu macam contoh yang mengalir pada batuan reservoir yaitu minyak, gas dan air.
- Permeabilitas Relatif, merupakan perbandingan antara permeabilitas efektif dengan permeabilitas absolut.

#### METODE PENELITIAN

Peralatan yang digunakan adalah *core flooding set up* yang dirancang sederhana. Dengan bahan meliputi core buatan, *brine* dan *core*. Metode yang digunakan dalam penentuan permeabilitas relative sebagai berikut :

1. *Core* sampel yang digunakan sesuai dengan litologi formasi yang diinginkan (sandstone atau limestone). *Core* sampel dikondisikan sesuai kondisi batuan reservoir atau "Restored State" dengan cara aging (menjenuhkan dalam minyak pada P & T reservoir)
2. Sampel *core* ditempatkan pada core holder dan ujungnya dipasangkan dengan *porous plate*. (material yang dapat mengalirkan gas namun tidak untuk liquid)
3. *Core* diberi tekanan kemudian didesak dengan gas. *Brine* yang terdesak ditampung di gelas digelas ukur



Gambar 1. Core



**Gambar 2.** Core Flooding Set up

### HASIL DAN ANALISIS

Hasil dari percobaan dengan dapat dilihat dalam tabel pada kondisi tekanan yang berbeda beda, panjang core 6 cm dan luas core  $3.14 \text{ cm}^2$  dan ketebalan 2 cp.

Tabel 1. Hasil Analisis Perubahan Tekanan dan Waktu Injeksi

Tekanan (atm)	Volume ( $\text{cm}^3$ )	Waktu (s)
0.067	2	60
0.134	1	45
0.201	0.5	30

Dari hasil tabel dapat dilihat semakin besar tekanan yang diberikan maka crude oil akan cepat terdesak, tetapi perlu diperhatikan waktu breakthrough, jangan sampai air mendahului minyak. Apabila air mendahului minyak maka pendesakan tidak berhasil. Karena yang akan keluar dari alat peraga dan yang ditampung di gelas kimia bukan minyak tetapi air. Dalam mekanisme pendesakan EOR perlu dirancang jumlah air yang akan mendesak minyak dan tekanan yang diberikan.

### KESIMPULAN

Hasil analisis permeabilitas relatif dengan alat core flooding yang dirancang sudah sesuai dengan prinsip Darcy dimana tekanan semakin besar maka perubahan volume semakin kecil dan waktu yang dibutuhkan semakin cepat pada studi kasus batuan core yang sama.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada DPRTM Kemsendibristek, Fakultas Teknik Universitas Proklamasi 45 dan SMK Bina Harapan Yogyakarta.

### DAFTAR PUSTAKA (10 PT)

- [1] <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-minyak-dan-gas-bumi/kejar-target-produksi-1-juta-barel-tahun-2030-ini-upaya-pemerintah> diakses 17 Oktober 2023
- [2] Relative Permeability Module, Helix RDS Presentation sheet.
- [3] Johnson, E. F., Bossler, D. P., & Naumann, V. O. (1958, December). Calculation of Relative
- [4] Permeability from Displacement Experiments. SPE 1023-G.
- [5] McPhee, C. A., & Arthur, K. G. (1994, January 1). Relative Permeability Measurements: An Inter Laboratory Comparison. Society of Petroleum Engineers. doi:10.2118/28826-MS.