

13_z_Suranto IATMI_2007.pdf

By Suranto Yudha



PENGARUH UKURAN BUTIR TERHADAP SIFAT FISIK BATUAN

Oleh :

Suranto *)

Boni Swadesi *)

PB Wahyono Cahyadi **)

*)Staff Pengajar Jurusan Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta

**)Alumnus Jurusan Teknik Perminyakan “UPN” Veteran Yogyakarta

ABSTRAK

7
Analisa inti batuan dapat dimanfaatkan untuk menentukan secara langsung sifat-sifat fisik batuan yang meliputi porositas (ϕ), permeabilitas (K), tekanan kapiler (P_c). Kususnya dari tekanan kapiler dapat diketahui radius pori-pori rata-rata batuan (r), recovery efisiensi (RE), saturasi air sisa (Swir), dan saturasi minyak sisa (Sor).

Penelitian ini menggunakan sampel yang terbuat dari pasir, semen dan air. Dalam proses pencampuran ketiga material tersebut digunakan takaran 5:1 untuk pasir dan semen yang dicampur dengan air 7 ml. Penelitian ini menggunakan empat contoh batuan yang masing-masing dibedakan berdasarkan ukuran mesh (ukuran butir) yaitu : 20 mesh (0.83mm), 50 mesh (0.28 mm), 100 mesh (0.15 mm), 140 mesh (0.11 mm). Sistem pengukuran ini menggunakan empat tahap yaitu : pembuatan sampel batuan, pengukuran porositas effectif (ϕ_{eff}), pengukuran permeabilitas absolut ($K_{absolut}$) dan pengukuran tekanan kapiler (P_c).

Besarnya porositas effectif (ϕ_{eff}), permeabilitas absolut ($K_{absolut}$), radius pori-pori rata-rata (r) dan recovery efisiensi (RE) dalam penelitian ini mempunyai nilai yang terbesar pada percontoh batuan 20 mesh dengan nilai masing-masing 33.30 %, 5.48 D, 1.32 mics dan 73.58 % dan yang terkecil pada contoh batuan 140 mesh (0.11 mm) dengan nilai masing-masing 30.0 %, 2.445 D, 1.04 mics dan 42.32 %. Saturasi air sisa (Swir) dan saturasi minyak sisa (Sor) mempunyai nilai yang terbesar pada contoh batuan 140 mesh masing-masing 59.81 % dan 23.18 % dan yang terkecil pada contoh batuan 20 mesh (0.83 mm) dengan nilai masing-masing 24.56 % dan 19.93 %.

Kata kunci: Ukuran butir, Porositas, Permeabilitas, Saturasi, Recovery Efisiensi

PENDAHULUAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk memberi gambaran hubungan antara variabel petrofisik batuan, seperti porositas, permeabilitas, saturasi water irreducible (Swirr) dan saturasi minyak sisa (Sor) terhadap ukuran butir.

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Analisa Inti Batuan, Teknik Perminyakan UPN “Veteran” Yogyakarta. Pada pelaksanaan penelitian, didasarkan 4 tahapan yaitu persiapan sample, pengukuran porositas, pengukuran permeabilitas, dan pengukuran tekanan kapiler. Pembuatan sample menggunakan bahan dasar

berupa pasir, semen, dan air yang masing-masing campuran memiliki takaran yaitu 5 : 1 (5 gram pasir : 1gram semen) ditambahkan 7 ml air. Pasir yang digunakan dalam percobaan ini dibedakan berdasarkan ukuran mesh atau ukuran butiran (grain size) yaitu 20 mesh (0.853 mm), 50 mesh (0.283 mm), 100 mesh (0.147 mm), 140 mesh (0.106).

TEORI DASAR

Untuk mendukung kegiatan industri migas, maka diperlukan data sifat fisik batuan reservoir yang nantinya dapat digunakan dalam



menganalisa reservoir yang bersangkutan. Sifat fisik batuan reservoir terdiri dari porositas, permeabilitas, kompresibilitas dan sebagainya. Dalam penelitian ini tentang porositas, permeabilitas dan tekanan kapiler.

- POROSITAS

Porositas (ϕ) didefinisikan sebagai perbandingan antara volume ruang pori-pori terhadap volume batuan total (bulk volume). Besar-kecilnya porositas suatu batuan akan menentukan kapasitas penyimpanan fluida reservoir. Porositas secara matematis dapat dinyatakan sebagai:

$$\phi = \frac{Vb - Vs}{Vb} = \frac{Vp}{Vb} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

Vb = Volume batuan total (bulk volume)

Vs = Volume padatan total (volume grain)

Vp = volume pori-pori batuan.

Besar-kecilnya porositas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : ukuran butir (semakin baik distribusinya, semakin baik porositasnya).

- PERMEABILITAS

Permeabilitas didefinisikan sebagai suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan dari suatu batuan untuk mengalirkan fluida. Definisi kuantitatif permeabilitas pertama-tama dikembangkan oleh Henry darcy (1856) dalam hubungan empiris dengan bentuk differensial sebagai berikut:

$$v = -\frac{k}{\mu} \times \frac{dP}{dL} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

v = kecepatan aliran, cm/sec

μ = viskositas fluida yang mengalir, cp

dP/dL = gradien tekanan dlh arah aliran, atm/cm

k = permeabilitas media berpori.

- TEKANAN KAPILER

Tekanan kapiler didefinisikan sebagai perbedaan tekanan yang ada antara permukaan dua fluida yang tidak bercampur (cairan-cairan atau cairan-

gas) sebagai akibat terjadinya pertemuan permukaan yang memisahkan mereka. Perbedaan tekanan dua fluida ini adalah perbedaan tekanan antara fluida non-wetting phase dengan fluida wetting phase. Tekanan permukaan fluida yang lebih rendah terjadi pada sisi pertemuan permukaan fluida immiscible yang cembung (convex).

Perbedaan tekanan yang dikenal dengan tekanan kapiler (P_c) dapat diperoleh dengan memperlihatkan permukaan fasa minyak dan air dalam pipa kapiler. Besarnya P_c sama dengan selisih antara tekanan fasa air dengan tekanan fasa minyak, sehingga diperoleh persamaan sebagai berikut :

$$P_c = P_o - P_w = (\rho_o - \rho_w) g h \dots \dots \dots (3)$$

Tekanan kapiler dinyatakan berdasarkan sudut kontak dalam hubungan sebagai berikut :

$$P_c = \frac{2\sigma \cos\theta}{r} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

P_c = tekanan kapiler

σ = tegangan permukaan minyak-air

θ = sudut kontak permukaan minyak-air

r = jari-jari piala kapiler

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran porositas dilakukan setelah pengukuran permeabilitas, karena didalam pengukuran porositas contoh batuan akan terkontaminasi oleh kerosin yang akan menyumbat pori-pori batuan sehingga bila dilakukan pengukuran permeabilitas hasilnya akan kurang akurat.

Permeabilitas yang dihasilkan dari keempat percontohan batuan berurutan mulai dari yang terbesar yaitu pada contoh batuan dengan ukuran 20 mesh menghasilkan (K), 5.485 D, 50 mesh menghasilkan (K), 2.475 D, 100 mesh menghasilkan (K), 2.464 D, 140 mesh menghasilkan (K), 2.445 D. Berdasarkan nilai permeabilitas yang dihasilkan diatas didapat hubungan antara ukuran butiran sehingga semakin besar ukuran butir maka permeabilitas



akan semakin besar dapat dilihat pada Gambar 1. Hal ini disebabkan karena apabila ukuran butirannya semakin besar maka akan semakin besar pula ukuran rongga pori yang dibentuk oleh butiran tersebut sehingga akan memudahkan materi alir (dalam hal ini gas) untuk mengalir didalam rongga tersebut.

Pengukuran porositas (ϕ) menggunakan metode penimbangan (Saturation Method) yaitu dengan menimbang contoh batuan kondisi kering, kondisi dijenuhi dengan kerosin dan kondisi penimbangan didalam kerosin. Porositas yang dihasilkan dalam pengukuran ini adalah porositas efektif. Porositas yang dihasilkan dari keempat contoh batuan yaitu berurutan mulai dari yang terbesar yaitu pada percontoh batuan dengan ukuran 20 mesh menghasilkan (ϕ_{effektif}), 33.3 %, 50 mesh menghasilkan (ϕ_{effektif}), 30.40 %, 100 mesh menghasilkan (ϕ_{effektif}), 30.20 %, 140 mesh menghasilkan (ϕ_{effektif}), 30.00 %. Berdasarkan nilai porositas efektif yang dihasilkan diatas didapat hubungan antara ukuran butiran dengan porositas efektif (ϕ_{effektif}) yaitu semakin besar ukuran butiran suatu batuan maka bentuk packing dari batuan tersebut akan mendekati bentuk kubus sehingga menghasilkan nilai porositas efektif akan semakin besar pula hubungan ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengukuran tekanan kapiler (P_c) menggunakan metode injeksi merkuri. Metode ini mempunyai keunggulan dari metode yang lainnya salah satunya yaitu penggunaan metode ini untuk penentuan tekanan kapiler relatif lebih cepat hanya beberapa jam saja. Data tekanan kapiler yang berupa kurva Incremental dapat menggambarkan mengenai radius pori yang dominan (Gambar 3). Sebagai contoh batuan 140 mesh dapat dilihat bahwa ukuran pori pada percontoh batuan tersebut bervariasi tetapi titik puncak grafik incremental terletak pada radius pori 1.33 microns. Hal ini menandakan bahwa persentase pori-pori penyusunnya yang paling besar adalah 1.33 microns.

Radius pori-pori rata-rata yang dihasilkan dari keempat percontoh batuan mulai dari yang terbesar yaitu pada percontoh batuan dengan ukuran 20 mesh menghasilkan radius pori 1.3124 mic, 50 mesh menghasilkan radius pori 1.3123 mic, 100 mesh menghasilkan radius pori 1.2925 mic, 140 mesh menghasilkan radius pori 1.0402

mic. Berdasarkan nilai radius pori-pori rata-rata tersebut didapat hubungan antara ukuran butiran dengan radius pori-pori rata-rata yaitu semakin besar ukuran butiran suatu batuan maka radius pori-pori rata-rata didalam batuan akan besar pula dapat dilihat pada Gambar 4-10 hal ini mengindikasikan bahwa semakin besar ukuran butiran maka akan membentuk diameter pori yang besar pula.

Saturasi air sisa (Swirr) digambarkan oleh volume pori – pori yang diisi oleh fluida pembasah didalam sistem tekanan kapiler. Dari hasil penelitian didapat nilai Swirr pada keempat percontoh batuan yaitu 20 mesh menghasilkan Swirr 24.5648 %, 50 mesh menghasilkan Swirr 30.46358 %, 100 mesh menghasilkan Swirr 53.488837 %, 140 mesh menghasilkan Swirr 59.80447 %. Berdasarkan nilai dari Swirr diatas didapat suatu hubungan antara ukuran butiran dengan Swirr yaitu semakin besar ukuran butiran suatu batuan maka Swirr atau saturasi air sisa akan kecil dapat dilihat pada Gambar 5. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin besar ukuran butiran suatu batuan maka akan mempengaruhi besarnya rongga pori sehingga mengakibatkan perubahan besarnya kemampuan fluida untuk mengalir dan berdampak pada besarnya volume fluida yang ditinggalkan.

Saturasi minyak sisa (Sor) digambarkan dengan merkuri yang tertinggal didalam percontoh batuan. Nilai Sor pada keempat percontoh batuan yaitu 20 mesh menghasilkan Sor 19.92263 %, 50 mesh menghasilkan Sor 21.4128 %, 100 mesh menghasilkan Sor 21.96382 %, 140 mesh menghasilkan Sor 23.18436 %. Berdasarkan nilai Sor diatas didapat suatu hubungan bahwa semakin besar ukuran butiran suatu batuan maka nilai dari Sor akan mengecil dapat dilihat pada Gambar 6. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin kecil harga Sor dari percontoh batuan tersebut semakin baik karena minyak yang berada didalam batuan dapat banyak diperoleh.

Besarnya harga recovery efisiensi (RE) dalam berbagai percontoh batuan dapat dilihat dalam perhitungan tekanan kapiler pada *Lampiran B* bervariasi dari yang terbesar pada percontoh batuan dengan ukuran 20 mesh menghasilkan RE 73.58974 %, 50 mesh menghasilkan RE 69.53642 %, 100 mesh menghasilkan RE 52.7773 %, 140 mesh menghasilkan RE 42.3211 %. Berdasarkan



nilai RE diatas didapat suatu hubungan bahwa semakin besar ukuran butiran suatu batuan maka nilai dari RE akan semakin besar dapat dilihat pada Gambar 7, hal ini mengindikasikan bahwa semakin besar ukuran butiran dari percontoh batuan tersebut semakin baik karena minyak yang berada didalam batuan dapat banyak diperoleh karena besarnya efisiensi pengurasannya.

KESIMPULAN

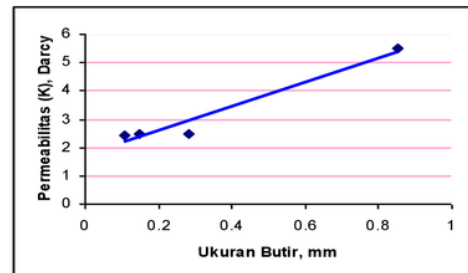
Dari uraian diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Semakin besar ukuran butir semakin besar pula variabel sifat fisik batuan seperti porositas, permeabilitas, radius pori dan recovery faktor
2. Semakin besar ukuran butir semakin kecil variabel sifat fisik batuanya adalah pada saturasi minyak sisa (Sor)
3. Secara keseluruhan bahwa, semakin besar ukuran butir, akan menjadikan kualitas batuan semakin baik.

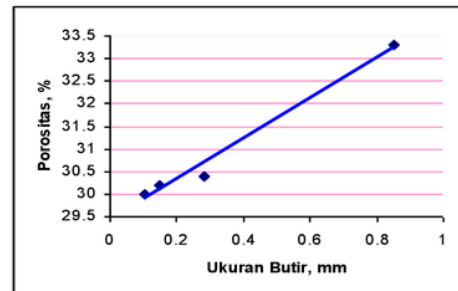
DAFTAR PUSTAKA

1. Amyx, J.W., et al, “Petroleum Reservoir Enggineering”, Mc Graw-Hill Book Co, New York, 1960.
2. Nind, T.E.W.; “Principles of Oil Well Production”, Mc Graw-Hill Book Compeny, second edition, New York, 1981.
3. Calhoun Jr., J.C., “Fundamental of Reservoir Engineering”, University of oklahoma Press, Norman, 1982.
4. Archer J.S., Wall, GG, “Petroleum Engineering-principle and Practice”, “Graham and Trotman Inc, London, 1986.
5. Jennings, J.B., “Capillary Pressure Techniques : Aplication to Exploration and Development Geology”, American Association of Petroleum Geologist, Bulletin, 71, 1196-1209, 1987.
6., “Core Analysis – Fundamental of special Core Analysis, Mobil Oil Indonesia, I Pc, 1986.

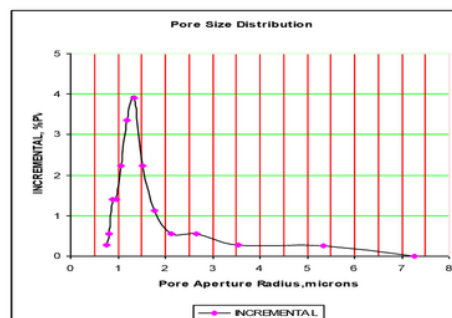
7., “Petroleum Reservoir Engineering” , Core Laboratories, Inc, Dallas, Texas.



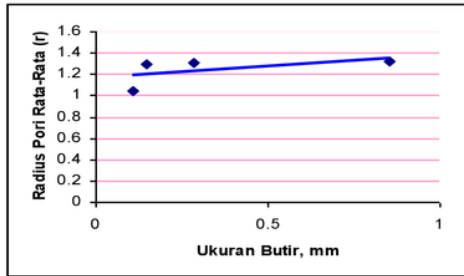
GAMBAR 1
UKURAN BUTIR VS PERMEABILITAS



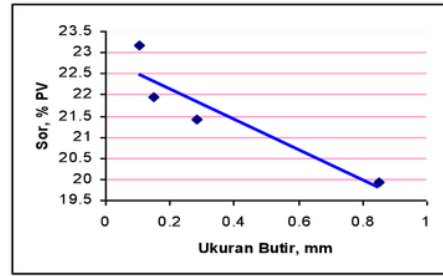
GAMBAR 2
UKURAN BUTIR VS POROSITAS



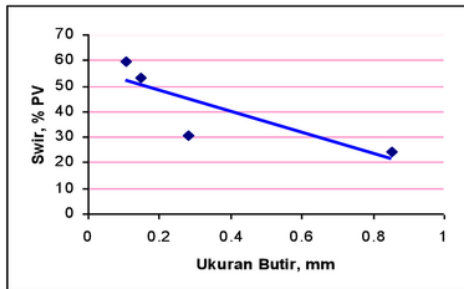
GAMBAR 3
KENAMPAKAN KURVA INCREMENTAL
(140 MESH)



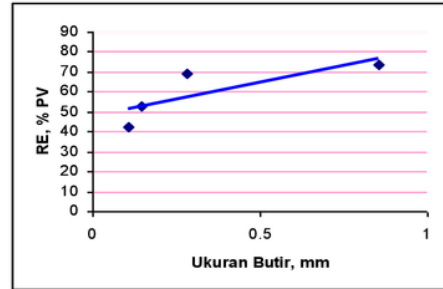
GAMBAR 4
UKURAN BUTIR VS RADIUS PORI RATA-RATA



GAMBAR 6
UKURAN BUTIR VS SOR



GAMBAR 5
UKURAN BUTIR VS SWIR



GAMBAR 7
UKURAN BUTIR VS RECOVERY EFISIENSI

9%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.scribd.com Internet	73 words — 4%
2	www.iatmi.or.id Internet	52 words — 3%
3	www.fi.org.ar Internet	13 words — 1%
4	myblogdekadamayanti.blogspot.com Internet	12 words — 1%
5	Aris Buntoro. "Casing Drilling Technology as the Alternative of Drilling Efficiency", Proceedings of IADC/SPE Asia Pacific Drilling Technology Conference and Exhibition APDT, 08/2008 Crossref	12 words — 1%
6	Manuel, Henk Jan. "Standards for rubber powders. (Brief Article)", Rubber World, June 2000 Issue Publications	11 words — 1%
7	pt.scribd.com Internet	11 words — 1%

EXCLUDE QUOTES OFF
EXCLUDE BIBLIOGRAPHY ON

EXCLUDE MATCHES OFF