

ANALISA FISIKAMINYAK (*PETROPHYSICS*) DARI DATA LOG KONVENSIONAL UNTUK MENGHITUNG S_w BERBAGAI METODE

Cahaya Rosyidan, Listiana Satiawati*), Bayu Satiyawira

¹*Teknik Perminyakan-FTKE, Universitas Trisakti
Kampus A, Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta 11440
) Email: listianasatiawati@yahoo.com

Abstrak

Minyak bumi adalah merupakan zat molekul yang terdiri dari senyawa-senyawa hidrokarbon (CH) kompleks. Batuan sedimen merupakan batuan yang banyak ditemukannya minyak bumi. Batuan sedimen tersebut umumnya berpori dan merupakan batuan pasir atau karbonat dan terkadang minyak bumi ditemukan juga pada batuan vulkanik. Akibat adanya migrasi salah satu bagian dari *petroleum system* maka minyak bumi akan terakumulasi dan terjebak dalam cekungan batuan sedimen. Batuan yang menarik bagi para ahli adalah batuan yang dapat menyimpan fluida (air, mineral dan gas) atau biasa disebut batuan *reservoir*. Batuan ini mempunyai sifat-sifat fisika yang antara lain berpori, permeabilitas dan mempunyai tingkat jenuh (saturasi) fluida. Batuan yang berada di bawah permukaan bumi apabila ingin dicari potensi hidrokarbonnya dapat menggunakan data (seismic, logging, coring dan cutting). Jika litologi batuan mengindikasikan adanya suatu reservoir, maka untuk membuktikan ada tidaknya hidrokarbon dilakukan pemboran lubang sumur serta serangkaian pengukuran di dalam sumur (logging) dan evaluasi data hasil rekaman untuk memastikan ada tidaknya kandungan hidrokarbon di bawah tanah. Pada penelitian ini yang akan di evaluasi sifat petrophysics dari data log konvensional. Evaluasi sifat ini sangat penting dalam industry perminyakan. Oleh karena itu penelitian Analisa Fisika minyak (petrophysics) dari Data Log Konvensional untuk Menghitung S_w Berbagai Metode perlu dilakukan.

Kata kunci: **litologi, reservoir, petrophysics**

1. PENDAHULUAN

Minyak bumi adalah merupakan zat molekul yang terdiri dari senyawa-senyawa hidrokarbon (CH) yang kompleks. Sejak jaman dahulu manusia sudah memanfaatkan minyak bumi ini sebagai bahan bakar, sebagai bahan baku industry lilin, sebagai bahan pembuat jalan raya (aspal) dan lain lain. Minyak bumi yang berada di dasar bumi bias diduga keberadaannya dengan cara penelitian geologi dan geofisika (seismic, magnetic, dan gravitasi). Batuan sedimen merupakan batuan yang banyak ditemukannya minyak bumi.

Saturasi fluida adalah perbandingan antara volume pori yang ditempati secara efektif oleh suatu fluida dengan volume total pori. Saturasi air adalah bagian atau persentasi dari volume pori yang berisi air formasi. Jika tidak ada fluida yang lain kecuali air di pori-pori, maka formasi tersebut memiliki saturasi 100%. Saturasi fluida dapat berupa air (S_w), minyak

(S_o) dan gas (S_g) dimana jumlah saturasi itu sama dengan satu.

Pengukuran saturasi air adalah yang paling mudah dilakukan, oleh sebab itu perhitungan S_w dilakukan untuk menghitung saturasi minyak (S_w) ataupun gas (S_g)

2. TEORI & METODE

2.1 Parameter Sifat Fisik Reservoir

Parameter petrofisika utama yang diperlukan untuk mengevaluasi reservoir adalah litologi, porositas, saturasi hidrokarbon, ketebalan lapisan formasi, luas area dan permeabilitas. Untuk melakukan uji kualitas, proses interpretasi difokuskan terhadap parameter porositas dan permeabilitas.

2.1.1 Porositas^[6]

Porositas adalah perbandingan antara volume ruang yang kosong (pori-pori) terhadap volume total batuan.

$$\phi = \frac{V_p}{V_b} \times 100\%$$

Dengan:

V_p = Volume pori

V_b = Volume total batuan

2.1.2 Permeabilitas^[5]

Permeabilitas adalah ukuran kemampuan sebuah batu untuk mengalirkan fluida formasi

$$q = \frac{k A \Delta p}{\mu L}$$

Dengan:

q = laju air ($cm^3/detik$)

k = permeabilitas (darcy)

A = luas area

Δ_p = beda tekanan

μ = viskositas

L = panjang

2.1.3 Saturasi Fluida^[7]

$$S_w + S_o + S_g = 1$$

Dengan:

S_w = Saturasi air

S_o = Saturasi minyak

S_g = Saturasi gas

Ada beberapa metode yang umum digunakan dalam menghitung nilai S_w , antara lain^[1]:

A. Clean Formation

Metode Archie

$$S_w = \sqrt{\frac{a}{\phi^m} \times \frac{R_w}{R_t}}$$

B. Shaly Formation

Metode Simandoux

$$S_w = \frac{c R_w}{\phi_s^2} \times \left[\sqrt{\left(\frac{5\phi_s^2}{R_w R_t} \right) + \left(\frac{V_{sh}}{R_{sh}} \right)^2} - \frac{V_{sh}}{R_{sh}} \right]$$

Dengan:

V_{sh} = Volume shale

ϕ_s = Porositas efektif

C = konstanta

R_w = Resistivitas air formasi

R_t = Resistivitas pada uninvaded zone

R_{sh} = Resistivitas formasi pada lapisan shale

Persamaan Indonesia

$$S_w^{n/2} = \frac{\frac{1}{\sqrt{R_t}}}{\frac{V_{sh}(1-\frac{V_{sh}}{a})}{\sqrt{R_{sh}}} + \frac{\phi^{m/2}}{\sqrt{a R_w}}}$$

Dengan:

V_{sh} = volume shale

ϕ_e = porositas efektif

a = koefisien litologi (0,6-2)

m = factor sementasi (1-3)

n = saturasi eksponen ($n=2$)

R_w = resistivitas air formasi

R_t = resistivasi formasi pada uninvaded zone

R_{sh} = resistivitas formasi pada lapisan shale.

2.2 Wireline logging^[3]

Wireline logging adalah kegiatan logging menggunakan kabel untuk memperoleh informasi mengenai parameter petrofisik dari batuan formasi seperti porositas, permeabilitas, resistivitas dan karakteristik fluida dalam formasi tersebut.

2.2.1 Log Spontaneous Potential^[3]

Log Spontaneous Potential adalah rekaman kurva SP yang merekam beda potensial listrik yang dihasilkan oleh interaksi formasi yang muncul bersamaan dengan fluida pemboran yang konduktif.

2.2.2 Log Gamma Ray^[4]

Log Gamma Ray yaitu merespon radiasi gamma alami pada suatu formasi batuan.

2.2.3 Resistivity Log^[4]

Log tahanan merekam kemampuan formasi fluida yang dikandungnya untuk menghantarkan listrik.

2.2.4 Porosity Log^[5]

Secara umum ada tiga jenis alat logging yang digunakan untuk mengukur Porositas (ϕ) yaitu:

1. Sonic tool.

2. Neutron tool.

3. Densitas tool.

Masing-masing alat tersebut tidak sama dalam pengukuran porositas dan tidak mewakili langsung sebagai nilai porositas, karena masing-masing alat tersebut tidak membaca nilai porositas secara langsung.

2.2.4.1 Sonic log^[1]

Sonic log adalah pencatatan terhadap kedalaman waktu tempuh yang diperlukan oleh gelombang suara pada 1ft formasi, dan interval transit time (DT) waktu rambat bunyi di dalam batuan tergantung pada: jenis litologi, porositas batuan dan jenis fluida batuan. Untuk menghitung harga porositas, menurut wyllie:

$$\phi = \frac{\Delta t - \Delta t_{ma}}{\Delta t - \Delta t_f}$$

Dengan:

ϕ = Porositas, %

Δt = Transit time total, $\mu s/ft$

Δt_{ma} = transit time matrik, $\mu s/ft$

Δt_f = transit time lumpur, $\mu s/ft$

2.2.4.2 Neutron log^[1]

Pada prinsipnya log neutron mengukur konsentrasi ion hydrogen yang terkandung dalam suatu formasi. Neutron log merespon keberadaan hydrogen dalam lapisan batuan. Karena itulah dalam lapisan yang berisi air atau minyak neutron log akan merefleksikan adanya cairan yang mengisi pori-pori batuan. Apabila neutron log dikombinasikan dengan desnity log maka akan dapat mengidentifikasi adanya zona hidrokarbon pada lapisan yang prospek.

2.2.4.3 Density log^[1]

Density log digunakan untuk mengukur porositas batuan formasi. Pada prinsipnya density log akan memancarkan sinar gamma ke dalam batuan formasi. Sinar gamma akan bertabrakan dengan elektron-elektron yang ada di dalam formasi.

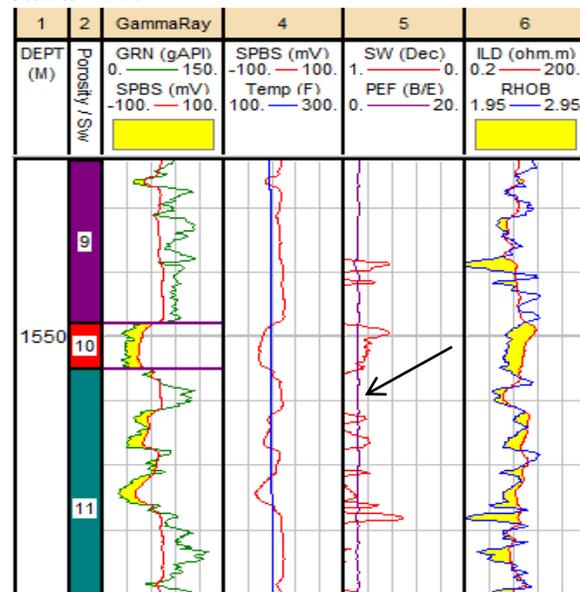
	(g/cm ³)	
Sandstone	2.644	1.81
Limestone	2.710	5.508
Dolomite	2.877	3.14
Anhydrite	2.960	5.05
Salt	2.040	4.65
Fresh water	1.0	
Salt water	1.15	
Barite (mud additive)		267

Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\phi = \frac{\rho_{matrix} - \rho_{bulk}}{\rho_{matrix} - \rho_{fluida}}$$

3. ANALISA HASIL

Analisa interaksi log dilakukan pada 2 (tiga) lapisan yaitu A (1548 ft- 1555 ft) ,dan B (1598 ft –1602 ft), dimana lapisan ini berupa batu pasir (sandstone), bisa dilihat dari nilai Pef yang diperoleh dari perangkat lunak petrofisik dan dapat dilihat hasilnya di bawah ini:



Gambar1. Nilai Pef

Nilai Pef menunjuk pada angka sekitar 2.1 – 2.51 dimana jenis batuan pada

Tabell
 masa jenis (batuan & fluida) dan
 Photoelectric effect

Litologi / fluida	Massa jenis	Pe
-------------------	-------------	----

angka ini adalah batuan pasir atau sandstone.

Ketika melakukan interpretasi litologi dilakukan pemilihan pengukuran volume batu serpih (shale) yang dilakukan dengan akurat dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{sh} = \frac{GR_{log} - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}}$$

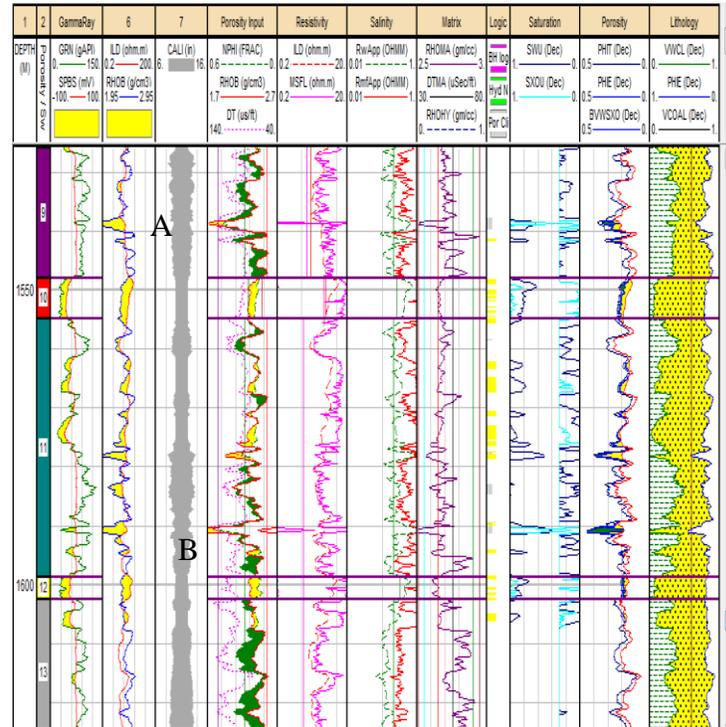
Adapun secara perhitungan diperoleh angka sebagai berikut:

Tabel2 Nilai Vsh

perhitungan Vsh dari GR				
lapisan	PARAMETER			Vsh
	GR log	GR min	GR max	
	API	API	API	
A	27	4	151	0.16
B	30	4	151	0.18

Keberadaan shale akan mempengaruhi karakteristik-karakteristik formasi dan respon dari alat-alat logging. Perhitungan volume shale penting karena pengaruhnya terhadap sifat-sifat fisik batuan yang penting seperti porositas dan saturasi air. Volume shale akan menurunkan porositas tetapi menaikkan saturasi air.

Interpretasi porositas menggunakan total porositas (porositas density dan porositas neutron) dan juga menggunakan porositas efektif (PHIE). Interpretasi porositas diperoleh dari perangkat lunak petrophysic.



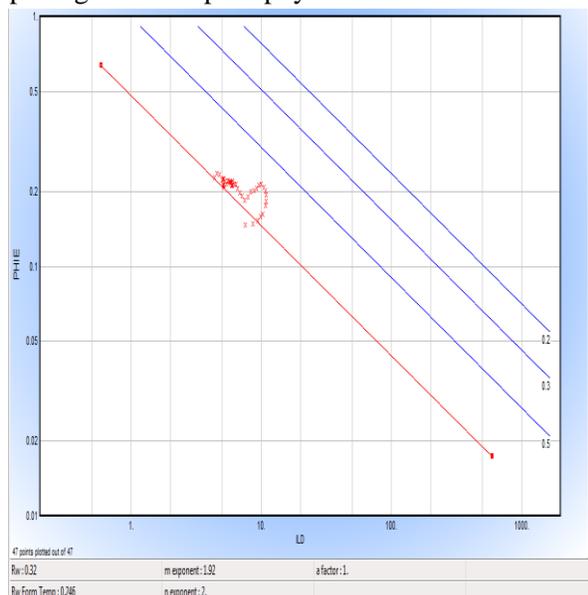
Gambar2. Perhitungan porositas

Diperoleh nilai porositas secara perhitungan sebagai berikut:

Tabel3. Nilai Porositas

lapisan	parameter						rata-rata
	Density			Neutron	Por density	Por neutron	
	Rho matriks	rho bulk	rho fluida	rho bulk	%	%	
A	2.65	2.42	1	0.18	0.14	0.18	0.16
	2.65	2.32	1	0.18	0.20	0.18	0.19
	2.65	2.29	1	0.16	0.22	0.16	0.19
	2.65	2.29	1	0.19	0.22	0.19	0.20
	2.65	2.29	1	0.19	0.22	0.19	0.20
	2.65	2.27	1	0.19	0.23	0.19	0.21
	2.65	2.3	1	0.2	0.21	0.2	0.21
	2.65	2.26	1	0.22	0.24	0.22	0.23
B	2.65	2.36	1	0.19	0.18	0.19	0.18
	2.65	2.28	1	0.15	0.22	0.15	0.19
	2.65	2.33	1	0.18	0.19	0.18	0.19
	2.65	2.32	1	0.15	0.20	0.15	0.18
	2.65	2.33	1	0.17	0.19	0.17	0.18

Perhitungan nilai saturasi air dilakukan dengan tiga metode yaitu saturasi air metode Archie, saturasi air Simandoux dan saturasi metode Indonesia. Sebelum menghitung saturasi air (Sw) dicari nilai Rw dari perangkat lunak petrophysics.



Gambar3. Perhitungan Rw

Tabel4. Perhitungan nilai Sw& Saturasi Minyak

lapisan	kealaman ft	Per (%)	PHIE (%)	Rw	Vsh	Rsh	Rt	saturasi air (archie)	saturasi air (simandoux)	saturasi air (Indonesia)	saturasi minyak (archie)	saturasi minyak (simandoux)	saturasi minyak (Indonesia)
A	1548	0.15	0.15	0.22	0.15	1.37	8.61	0.90	0.91	0.72	0.02	0.03	0.28
	1549	0.19	0.19	0.22	0.15	1.37	10.9	0.73	0.59	0.56	0.27	0.41	0.44
	1550	0.19	0.2	0.22	0.15	1.37	8.31	0.84	0.64	0.65	0.15	0.16	0.35
	1551	0.20	0.21	0.22	0.15	1.37	6.19	0.90	0.70	0.71	0.10	0.30	0.29
	1552	0.20	0.21	0.22	0.15	1.37	6.01	0.92	0.71	0.72	0.08	0.29	0.28
	1553	0.21	0.22	0.22	0.15	1.37	5.52	0.93	0.70	0.73	0.07	0.30	0.27
	1554	0.21	0.21	0.22	0.15	1.37	5.15	0.90	0.77	0.77	0.02	0.23	0.23
	1555	0.23	0.23	0.22	0.15	1.37	4.57	0.96	0.76	0.77	0.04	0.24	0.23
B	1599	0.18	0.16	0.22	0.18	1.37	7.01	0.85	0.83	0.70	0.05	0.07	0.30
	1599	0.19	0.19	0.22	0.18	1.37	9.63	0.78	0.62	0.58	0.22	0.38	0.42
	1600	0.19	0.19	0.22	0.18	1.37	7.6	0.89	0.71	0.66	0.11	0.29	0.34
	1601	0.18	0.2	0.22	0.18	1.37	8.07	0.92	0.64	0.68	0.08	0.16	0.32
	1602	0.18	0.2	0.22	0.18	1.37	6.69	0.96	0.70	0.71	0.04	0.30	0.29

Hasil perhitungan saturasi minyak di atas menghasilkan nilai rata-rata pada lapisan A dan B masing-masing untuk metode Archie adalah 10% pada lapisan A dan B, metode simandoux menghasilkan 28% dan metode Indonesia menghasilkan 30% untuk lapisan A dan 33% untuk lapisan B. Terlihat bahwa perhitungan dengan metode Indonesia menghasilkan nilai saturasi minyak yang paling besar dikarenakan formasi lapangan yang ada di Indonesia kebanyakan merupakan formasi Shalysand.

4. KESIMPULAN

Dari analisa yang dilakukan dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Integrasi seluruh data yang ada di manfaatkan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.
2. Perhitungan Volume Shale yang digunakan adalah menggunakan volume shale gamma ray
3. Perhitungan porositas dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak petrophysic.

4. Perhitungan saturasi minyak menggunakan metode Indonesia karena volume clay tidak sama dengan nol dan formasi di Indonesia kebanyakan Shalysand.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asquith, Georger and Krygowski, Daniel. “*Basic Well Log Analysis*”. AAPG Methods in Exploration Series, no.16. Austin. Texas. USA. 2004.
- [2] Donald P. Helander, “*Fundamentals of Formation Evaluation*”, Oil and gas Consultants International, Inc., 1989.
- [3] Harsono, Adi.,”*Evaluasi Formasi dan Aplikasi log*”, edisi 8, Schlumberger Oilfield Service, Jakarta, 1997.
- [4] Philippus, Immanuela Louisa.”*Analisa Lanjut Data Log Combinable Magnetic Resonance, Log Data Konvensional, Data Penunjang Dalam Evaluasi Zona-zona Non Produktif Pada Lapangan X. Skripsi*”. Universitas Trisakti. Jakarta. 2014.
- [5] Schlumberger, “*Introduction to Open Hole Log Interpretation*”, Schlumberger, Texas, USA,1996.
- [6] Schlumberger, “*Trend In NMR log*“, Schlumberger, 2002
- [7] Sitaresmi Ratnayu dan Sumantri, “*Diktat Petunjuk Praktikum Penilaian Formasi*”, Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia, 2010.