

ANALISIS DATA LOG UNTUK PERHITUNGAN CADANGAN MINYAK AWAL FORMASI KAIS PADA LAPANGAN “Y”

Sartika Sah Putri, Asri Nugrahanti, Slamet Soeharto
Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Trisakti

Abstrak

Evaluasi formasi batuan adalah suatu proses analisis ciri dan sifat batuan di bawah tanah dengan menggunakan hasil pengukuran lubang sumur. Tujuan penulisan ini adalah untuk menghitung besarnya cadangan minyak awal pada formasi kais yang terletak pada lapangan “Y” dengan metode volumetrik berdasarkan hasil interpretasi log yang dibantu oleh perangkat lunak (software). Berdasarkan analisa geologi berupa *crosssection* terlihat 3 sumur menggantung yaitu X-4, X-5, dan X-22. Berdasarkan analisa penilaian formasi, resistivitas air didapat dengan menggunakan metoda pickett plot. Cut off pada lapisan ini sebesar 12% untuk porositas, 30% untuk volume shale, dan 70% untuk saturasi air. Sehingga didapat porositas rata-rata sebesar 22%, saturasi air rata-rata sebesar 29,3% dan volume shale rata-rata sebesar 17%. Hasil akhir dari perhitungan cadangan minyak secara volumetrik pada lapangan “Y” ini sebesar 51.253 MMSTB.

Kata kunci : Penilaian Formasi, OOIP

Pendahuluan

Pada saat pemboran sumur-sumur eksplorasi adalah penting sekali untuk mengumpulkan sebanyak mungkin informasi secara terus menerus, agar diperoleh suatu pengamatan susunan geologi yang baik, tujuannya adalah untuk korelasi dengan sumur-sumur lainnya pada saat pengembangan suatu lapangan minyak.

Penilaian formasi dapat dilakukan melalui uji laboratorium, dari analisis hasil logging ataupun pada Logging While Drilling (LWD). Penilaian formasi dengan analisis logging dapat dilakukan pada open hole maupun cased hole. Inti dari penilaian formasi adalah untuk mengetahui parameter petrofisik, kandungan lapisan batuan, jenis dan lithologi, ketebalan lapisan yang mengandung hidrokarbon serta kedalaman beberapa lapisan-lapisan hidrokarbon berada. Dengan diketahuinya keadaan reservoir maka diharapkan dapat membuat perencanaan pemboran dan oprasional lapangan serta untuk pengembangannya dapat lebih baik. Hal ini memungkinkan dapat membuat perencanaan yang mendekati kondisi yang sebenarnya baik dari segi ke-ekonomian maupun dari ke-teknikannya.

Lapangan “Y” berada di Cekungan Salawati terletak di Papua Barat di Indonesia bagian timur, sekitar 2500 km timur Jakarta. Intepretasi log formasi kais ini dilakukan di Lapangan “Y” yang berada di propinsi Papua Barat pada sumur X-1, X-2, X-3, X-4, X-5, X-6, X-7, X-8, X-9, X-10, X-11, X-12, X-13, X-14, X-15, X-16, X-17, X-18, X-19, X-20, X-21, X-22.

Problem Statement

Tujuan dari penulisan ini adalah melakukan studi berupa geologi, petrofisik. Dengan dilakukannya analisa data logging dan data geologi pada lapangan ini maka dapat diketahui porositas efektif, saturasi air, dan volume bulk pada lapangan ini sehingga besarnya cadangan hidrokarbon dengan metode volumetrik pada formasi kais ini dapat diketahui.

Teori Dasar

Pengukuran wireline well logging dilakukan guna mengetahui keadaan/sifat batuan yang ditembus sumur yang dibor. Caranya adalah sejenis alat dimasukkan kedalam sumur menggunakan kabel.

Pekerjaan logging tersebut dapat dilakukan pada waktu pemboran dan setelah sumur tersebut berproduksi, sehingga bisa digolongkan menjadi dua macam well logging, yaitu:

- Perekaman data dilakukan pada waktu pemboran sumur
- Perekaman data dilakukan setelah penyelesaian sumur (dalam periode produksi).

Alat-alat yang khusus dirancang untuk mencari R_t (resistivitas formasi) terdiri dari dua kelompok yaitu Laterolog dan Induksi. Alat induksi disebut alat konduktivitas, sedangkan alat laterolog disebut alat resistivitas, kedua alat tersebut memberikan satu pengukuran akhir yang sama yaitu R_t . Kegunaan dari log R_t adalah untuk deteksi hidrokarbon, penentuan kejenuhan air (S_w), penentuan diameter rembesan (d_i), serta penentuan resistivitas air (R_w) ditempat asal (insitu).

Prinsip alat laterolog-ganda DLT adalah memfokuskan arus listrik secara lateral kedalam formasi dalam bentuk lembaran tipis. Ini dicapai dengan menggunakan arus-pengawal (bucking current) yang fungsinya untuk mengawal arus utama (measured current) masuk kedalam formasi sedalam-dalamnya. Dengan mengukur tegangan listrik yang diperlukan untuk menghasilkan arus listrik utama yang besarnya tetap, resistivitas dapat dihitung dengan hukum Ohm.

Alat induksi ganda (Dual- Induction) DIL mengukur resistivitas induksi yang menengah maupun dalam. Alat induksi akan mengubah sinyal yang diterima ke arus DC yang sebanding kemudian dikirim ke komputer di permukaan. Kemudian komputer menterjemahkan sinyal DC ini ke nilai konduktivitas dan seterusnya diubah ke nilai resistivitas dalam Ohm-m.

Mikrolog adalah alat yang paling unggul untuk penentuan lapisan permeabel dan ketebalan kerak lumpur. Mikrolog adalah alat yang sangat tua dan merupakan alat jenis bantalan pertama. Alat mikrolog jenis baru disebut PCD (Powered Caliper Device) dikerjakan dalam kombinasi dengan EPT, keduanya memiliki revolusi vertikal yang sangat tinggi. Log ini dirancang khusus untuk menyelidiki lapisan rembesan yang hanya beberapa inci dari lubang bor. Dalam hubungannya dengan log R_t , log R_{xo} memberikan penentuan dari hidrokarbon yang terdesak, porositas formasi bersih, resistivitas filtrasi lumpur R_{mf} , resistivitas lumpur R_m , dan ketebalan kerak lumpur h_{mc} . Pada saat filtrasi lumpur bor masuk ke formasi permeabel, kerak lumpur akan terbentuk. Resistivitas kerak lumpur kira-kira sama dengan atau sedikit lebih besar dari resistivitas lumpur. Biasanya dianggap lebih kecil dari resistivitas di daerah rembesan yang berdekatan dengan lubang bor. Hal-hal yang mempengaruhi pengukuran micro resistivity log adalah adanya ketebalan mud cake, pengaruh lubang bor yaitu bila lubang licin hasil pengukuran R_{xo} baik dan benar, bila lubang tak teratur maka hasil pengukuran R_{xo} keliru disebabkan pengaruh lumpur, bila lubang bergoa, hasil pengukuran bukan R_{xo} tetapi resistivitas lumpur.

Kurva SP adalah rekaman perbedaan potensial antara elektroda yang bergerak didalam lubang bor dengan elektroda dipermukaan, satuannya adalah milivolt. SP digunakan untuk identifikasi lapisan-lapisan permeabel, mencari batas-

batas lapisan permeabel dan korelasi antar sumur berdasarkan batasan lapisan itu, menentukan nilai resistivitas air formasi (R_w), serta memberikan indikasi kualitatif lapisan serpih.

Kegunaan log GR adalah untuk evaluasi kandungan serpih (V_{sh}), menentukan lapisan permeabel, evaluasi biji mineral yang radioaktif, evaluasi lapisan mineral yang bukan radioaktif, korelasi log pada sumur berselubung, dan korelasi antar sumur.

Log radioaktif pada dasarnya adalah log yang menggunakan detektor radioaktif. Diantaranya adalah dengan menggunakan Gamma Ray Log, Density Log, Neutron Log. Density logging sendiri dilakukan untuk mengukur densitas batuan disepanjang lubang bor, juga termasuk sebagai alat pengukur porositas. Sering dikenal dengan Formation Density Compensated (FDC). Prinsip kerja alat adalah sumber nuklir dari alat yang memancarkan sinar gamma berenergi menengah secara kontinyu ke formasi. Diformasi sinar gamma akan bertabrakan dengan elektron-elektron yang ada pada formasi tersebut. Setiap tabrakan akan kehilangan energi dan arahnya dibaurkan (comphon scattering). Pada alat pencatat (detector) akan menghitung sinar-sinar gamma dengan tingkat energi yang cukup sampai pada alat. Sehingga bila jumlah tabrakan akan meningkat dan pembauran juga meningkat. Hal ini mengakibatkan jumlah sinar gamma yang kehilangan energi juga meningkat, sehingga sinar gamma yang sampai ke alat pencatat menurun. Hal-hal yang mempengaruhi pengukuran adalah bore hole size, mud cake dan jenis dari formasi.

Prinsip kerja alat neutron log yaitu sumber neutron membombardir formasi dengan neutron energetik. Neutron-neutron ini dipancarkan pada kecepatan dan energi yang tinggi dalam perjalanannya melalui lubang bor dan formasi akan mengalami sejumlah tabrakan dengan sejumlah inti yang ada, sehingga akan dibaurkan ke segala arah serta kehilangan sebagian energinya. Jika inti yang ada tersebut adalah hidrogen, maka neutron dilepaskan secara cepat kemudian ditangkap oleh capturing element. Disini detektor mengukur sejumlah neutron yang lolos dari formasi. Sehingga jumlah neutron yang lolos ke detektor tergantung kepada jumlah atom hidrogen yang terdapat pada formasi.

Prinsip kerja alat Sonic log adalah bunyi dengan interval teratur dipancarkan dari sebuah sumber bunyi (transmitter, emitter), sehingga merambat melalui batuan dan diterima oleh alat penerima (receiver). Alat penerima akan mencatat/merekam lamanya waktu perambatan bunyi (Δt) dalam microseconds, melalui formasi (batuan) sepanjang jarak tertentu ke arah mendatar dari lubang bor. Hal-hal yang mempengaruhi hasil pengukuran Sonic log adalah adanya gas, tidak dapat diramalkan pada hasil kompaksi akan mempengaruhi pembacaan log. Bila dikombinasikan dengan log-log lain, sonic log ini dapat digunakan untuk menghitung Sw, mendefinisikan lithologi dan mengetahui adanya gas.

Cut-off lapisan atau batasan lapisan adalah suatu nilai yang menjadi batasan untuk menentukan daerah yang benar-benar kita inginkan. Dalam penulisan, ada 3 *cut-off* yang digunakan yaitu, *cut-off volume shale*, *Cut-off porosity* dan *cut-off saturasi air*.

Analisa log harus memperlihatkan antara clean formation dan shaly formation. Shaly formation akan mempengaruhi dalam perhitungan sifat petrofisiknya. Formasi yang porous dan permeabel pada saat pemboran akan terpengaruh oleh proses pemboran tersebut, serta terinvasi oleh lumpur pemboran. Analisa log secara kuantitatif dimaksudkan untuk mengetahui sifat-sifat petrofisik batuan meliputi porositas, densitas dan persentase kandungan serpih serta untuk mengetahui kualitas dari jenis kandungan batuan, kejenuhan air, dan kejenuhan hidrokarbon.

Besar kecil kandungan shale (V_{sh}) pada suatu formasi mempengaruhi hasil interpretasi, khususnya porositas (ϕ_{eff}) dan saturasi air (S_w). Pada umumnya shale menurunkan harga porositas tetapi menaikkan harga saturasi air.

Cadangan hidrokarbon terbagi menjadi dua, yaitu cadangan awal dan cadangan yang dapat terangkat secara ekonomis. OIP (Oil In Place) adalah jumlah hidrokarbon minyak di tempat awal dalam kondisi reservoir atau kondisi standar pada satu/lebih sumur dengan luas pengurusan tidak mencakup seluruh lapangan. Sedangkan reserves adalah sebagian OIP yang dapat diproduksi secara ekonomis.

$$OIP = \frac{7758 \times A \times h \times \phi \times (1 - Sw)}{Boi}$$

Di mana :

ϕ = porositas, fraksi

OIP = *Oil In Place*, bbl atau stb GIP = *Gas In Place*, cuft atau scf A = luas pengurasan, acre

h = netpay, ft

Boi = faktor volume formasi minyak awal, bbl/stb

Sw = saturasi air, fraksi

Analisa Log Formasi Kais

Terdapat data-data yang perlu disiapkan sebelum melakukan analisa data log dan perhitungan cadangan awal reservoir pada lapangan ini, diantaranya adalah: data LAS, data kepala log sumur, harga cut off, harga oil water contact (OWC), serta data reservoir berupa faktor volume formasi (β_o).

Lapangan "Y" ini merupakan lapangan yang memiliki formasi kais dan jenis batuanannya adaah karbonat. Lapangan yang terletak pada cekungan Salawati ini memiliki jenis hidrokarbon berupa minyak. Terdapat 22 sumur yang dilakukan analisa log pada lapangan ini. Analisa log pada lapangan ini memiliki tujuan akhir yaitu untuk mengetahui besarnya OOIP pada lapangan ini.

Batas zona lapisan atas untuk sumur X-1 adalah pada kedalaman 2867ft, sumur X-3 pada kedalaman 2940 ft, sumur X-4 pada kedalaman 2939 ft, sumur X-5 pada kedalaman 2871 ft, sumur X-6 pada kedalaman 2843 ft, sumur X-7 pada kedalaman 2885 ft, sumur X-8 pada kedalaman 2871 ft, sumur X-9 pada kedalaman 2997 ft, sumur X-10 pada kedalaman 2907 ft, sumur X-11 pada kedalaman 3015 ft, sumur X-12 pada kedalaman 2886 ft, sumur X-13 pada kedalaman 2983 ft, sumur X-14 pada kedalaman 3071 ft, sumur X-15 pada kedalaman 2857 ft, sumur X-16 pada kedalaman 2851 ft, sumur X-17 pada kedalaman 2854 ft, sumur X-18 pada kedalaman 2952 ft, sumur X-19 pada kedalaman 2950 ft, sumur X-20 pada kedalaman 2958 ft, sumur X-21 pada kedalaman 3015 ft, dan sumur X-22 pada kedalaman 2841 ft. Sedangkan untuk batas lapisan bawah pada lapangan ini adalah sebesar 3217 ft, dimana angka tersebut merupakan kedalaman dari OWC lapangan ini, namun tidak semua sumur pada lapangan ini mencapai kedalaman tersebut, seperti pada sumur X-4 berhenti pada kedalaman 3157 ft, sumur X-5 berhenti pada kedalaman 3098 ft, dan sumur X-22 berhenti pada kedalaman 3083 ft.

Analisa geologi pada tulisan ini adalah berupa pembuatan cross section, penentuan harga net to gross, serta pembuatan peta isopach yang berdasarkan ketebalan net pay pada setiap sumur. Dari analisis cross section dapat terlihat bahwa ada 3 (tiga) sumur yang menggantung (tidak sampai batas OWC), yaitu sumur X-4, sumur X-5, dan sumur X-22, sehingga harga NTG pada sumur-sumur tersebut harus dikoreksi dengan perhitungan peneterate terlebih dahulu. Harga NTG rata-rata yang didapat dari perhitungan analisa log dan analisa geologi pada lapangan ini adalah sebesar 61.47%. Peta isopach pada lapangan ini dibuat berdasarkan harga net pay yang telah dihitung sebelumnya.

Hasil Analisa Logging

Resistivitas air formasi juga perlu diketahui pada analisa log. Untuk menentukan resistivitas suatu air formasi, diperlukan zona air, namun tidak semua sumur pada lapangan ini memiliki zona air, sehingga dilakukan korelasi harga resistivitas air formasi

pada sumur-sumur yang tidak memiliki zona air. Resistivitas air formasi pada lapangan ini ditentukan dengan menggunakan metode pikett plot. Harga- harga resistivitas air formasi pada sumur- sumur yang memiliki zona air adalah untuk sumur X-3 sebesar 1.63 Ωm , sumur X-10 sebesar 10.5 Ωm , sumur X-11 sebesar 0.98 Ωm , sumur X-12 sebesar 0.527 Ωm , sumur X-15 sebesar 1 Ωm , sumur X-18 sebesar 1.18 Ωm , dan sumur X-21 sebesar 1.19 Ωm

Analisa logging yang dilakukan pada lapangan ini memiliki tujuan untuk mengetahui besarnya harga volume shale, porositas rata-rata dan saturasi rata-rata. Dalam perhitungannya, diperlukan harga cut off yang dijadikan batasan pada masing- masing parameter yang diteliti. Harga cut off yang telah ditentukan untuk volume shale adalah sebesar 30%, untuk porositas sebesar 12% dan untuk saturasi air formasi sebesar 70%. Sehingga volume shale rata-rata yang didapat adalah sebesar 17%, porositas rata-rata sebesar 22%, dan saturasi air rata-rata sebesar 29.3%.

Dalam penentuan harga cadangan minyak awal secara volumetrik, maka data- data yang diperlukan adalah bulk volume, porositas rata-rata, saturasi air rata-rata dan faktor volume formasi awal lapangan tersebut. Bulk volume dapat dicari apabila harga luas area telah diketahui, dimana pada tulisan ini luas area dicari dengan menggunakan peta isopach dan bantuan alat yang bernama "planimeter". Volume bulk pada tulisan ini dihitung dengan menggunakan metode trapezoidal atau piramidal sesuai dengan luar area masing- masing interval, sehingga bulk volume rata- rata yang didapat pada lapangan ini adalah sebesar 46889.18 acreft. Dengan menggunakan metode volumetrik dan harga faktor volume formasi sebesar 1.105 BBL/STB, maka setelah dilakukan perhitungan, harga cadangan minyak awal pada formasi kais lapangan "Y" ini adalah sebesar 51.25 MMSTB.

Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan- kesimpulan yang dapat diambil dari tulisan ini:

1. Analisa data log pada lapangan "Y" dilakukan pada 22 sumur, yaitu sumur: X-1, X-3, X-4, X-5, X-6, X-7, X-8, X-9, X-10, X-11, X-12, X-13, X-14, X-15, X-16, X-17, X-18, X-19, X-20, X-21, dan X-22. Namun tidak semua sumur dapat dianalisa, sumur X-2 merupakan sumur yang berada diluar struktur, sehingga tidak dilakukan analisa log pada sumur ini.
2. Resistivitas air formasi pada sumur- sumur yang memiliki zona air adalah untuk sumur X-3 sebesar 1.63 Ωm , sumur X-10 sebesar 10.5 Ωm , sumur X-11 sebesar 0.98 Ωm , sumur X-12 sebesar 0.527 Ωm , sumur X-15 sebesar 1 Ωm , sumur X-18 sebesar 1.18 Ωm , dan sumur X-21 sebesar 1.19 Ωm
3. Harga cut off yang ditentukan adalah 30% untuk volume shale, 12% untuk porositas efektif, dan 70% untuk saturasi air formasi. Sehingga volume shale rata-rata yang didapat sebesar 17%, porositas rata-rata sebesar 22%, dan saturasi air rata- rata sebesar 29.3%
4. Analisa geologi berupa cross-section dilakukan 4 kali agar hasilnya lebih teliti. Dari hasil -cross-section yang dilakukan, dapat diketahui ada 3 sumur yang terlihat menggantung, yaitu sumur X-4, X-5 dan X-22
5. Luas area pada lapangan ini ditentukan dengan menggunakan peta isopach dan bantuan planimeter. Bulk volume pada lapangan ini ditentukan dengan metode trapezoidal ataupun piramida tergantung dengan perbandingan luas areanya. Harga volume bulk rata-rata yang didapat pada lapangan ini adalah sebesar 46889.18 acreft.
6. Perhitungan cadangan minyak awal dengan metode volumetrik pada formasi kais lapangan "Y" ini didapat sebesar 51.25 MMSTB.

Daftar Pustaka

Amelia, Eva. "Interpretasi Log Untuk Memperkirakan Cadangan Dan Umur Produksi Sumur AML-1 Lapangan X", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perminyakan Trisakti. 2014

Baptista, Yohanes. "Kontribusi Analisa Log Dalam Perhitungan OOIP Lapisan A3 Pada Lapangan Karang", Tugas Akhir, Jurusan Teknik Perminyakan Trisakti. 2009

Nugrahanti, Asri. "Mengenal Teknik Perminyakan Dan Minyak Bumi Indonesia", Universitas Trisakti, Jakarta. 2010

Sumantri, R., Ir., Sutaesmi Hendri, Ratnayu. Ir. Diktat Petunjuk Praktikum Penilaian Formasi. Jakarta. 2007

Sumantri, R dan Nugrahanti Asri, Ir., Ms. "Penilaian Formasi I", Calakan Mediatama, Bogor. 2011

Lampiran

Tabel 1 Batas *Top-Bottom* Formasi Kais Pada Setiap Sumur

WELL	Kelley Bushing		Sub Sea	
	TOP (feet)	BASE (feet)	TOP (feet)	BASE (feet)
X-1	2920	3270	2867	3217
X-2	Off Structure			
X-3	3000	3277	2940	3217
X-4	2993	3211	2939	3157
X-5	2920	3147	2871	3098
X-6	2893	3267	2843	3217
X-7	2936	3268	2885	3217
X-8	2926	3272	2871	3217
X-9	3057	3277	2997	3217
X-10	2954	3264	2907	3217
X-11	3064	3266	3015	3217
X-12	2936	3267	2886	3217
X-13	3026	3260	2983	3217
X-14	3119	3265	3071	3217
X-15	2906	3266	2857	3217
X-16	2900	3266	2851	3217
X-17	2904	3267	2854	3217
X-18	3012	3277	2952	3217
X-19	3002	3263	2950	3211
X-20	3004	3263	2958	3217
X-21	3072	3274	3015	3217
X-22	2880	3122	2841	3083

Tabel 2. Resistivitas Air Formasi

WELL	Rw (Pickett Plot)
	Ωm
X-3	1.63
X-10	10.5
X-11	0.98
X-12	0.527
X-15	1
X-18	1.18
X-21	1.19

Tabel 3. Summary

WELL	Vshale (fraksi)	Ø (fraksi)	Sw (fraksi)	NET PAY (feet)	GROSS (feet)	NTG
X-1	0.273	1.201	0.102	43.0	350	0.123
X-3	0.152	0.230	0.073	226.0	277	0.674
X-4	0.187	0.182	0.251	122.0	218	0.689
X-5	0.221	0.243	0.276	164.0	227	0.680
X-6	0.257	0.236	0.102	174.0	374	0.465
X-7	0.154	0.246	0.172	261.0	332	0.786
X-8	0.101	0.233	0.163	293.0	346	0.847
X-9	0.150	0.195	0.385	143.0	220	0.650
X-10	0.134	0.240	0.421	202.0	310	0.652
X-11	0.134	0.233	0.475	154.0	202	0.762
X-12	0.264	0.175	0.502	48.0	331	0.145
X-13	0.103	0.222	0.442	159.0	234	0.679
X-14	0.189	0.204	0.623	27.0	146	0.185
X-15	0.135	0.232	0.274	321.0	360	0.892
X-16	0.183	0.200	0.171	284.0	366	0.776
X-17	0.124	0.194	0.357	314.0	363	0.865
X-18	0.159	0.203	0.334	212.0	265	0.800
X-19	0.184	0.198	0.540	118.0	261	0.452
X-20	0.172	0.250	0.557	113.0	259	0.436
X-21	0.184	0.216	0.470	141.0	202	0.698
X-22	0.112	0.203	0.101	127.5	242	0.533
AVERAGE		0.231	0.283			0.615

Tabel 4 Luas Area Per-interval

H (Ft)	AREA (acre)
0	275.900
30	265.658
60	239.573
90	209.473
120	186.963
150	160.067
180	140.770
210	107.520
240	83.760
270	64.713
270	62.593
300	27.960
300	27.860

Tabel 6 *Volume Bulk*

H (ft)	AREA (acre)	$(A_{n+1})/A_n$	METODE	VOLUME (acref)
0	275.90	0.963	trapesium	5415.58
30	265.66	0.902	trapesium	7578.47
60	239.57	0.874	trapesium	6735.70
90	209.47	0.893	trapesium	5946.55
120	186.96	0.856	trapesium	5205.45
150	160.07	0.879	trapesium	4512.55
180	140.77	0.764	trapesium	3724.35
210	107.52	0.779	trapesium	2869.20
240	83.76	0.773	trapesium	2227.10
270	64.71	0.432	piramid	1352.10
270	62.59	0.445	piramid	1322.13
300	27.96	0.000	piramid	0.00
300	27.86	0.000	piramid	0.00