



Jurnal Ilmu Kebumihan

Teknologi Mineral

(Dahulu Buletin Teknologi Mineral)

ISSN 0854 - 2554

Volume19, Nomor 2, Juli - Desember 2006, Hal.65 - 134

Penentuan provenan batuan berdasarkan kumpulan mineral berat di Perairan Selat
Bali

Batas sikuen Plio- Pleistosen dan petroleum sistem di daerah
Blungun Cepu, Cekungan Jawa Timur Utara

Strategi model peningkatan potensi batugamping sebagai bahan baku marmer sintesis
Kabupaten Sampang Madura, Propinsi Jawa Timur

Pengaruh mineral pirit terhadap resistivitas batupasir dan aplikasinya pada kasus *low
resistivity*

Bidang diskontinyu pada massa batuan dan pengaruhnya terhadap
Kestabilan lereng

Studi awal : Kandungan sulfur pada lapisan batubara yang terlipat dan
tersesarkan di Kalimantan Timur dan Selatan

Pendugaan lapisan pembawa airtanah dengan metode geolistrik di Cekungan Wates,
Kabupaten Kulonprogo Yogyakarta

Kajian teknis pengolahan tailing untuk mengambil batubara halus (*fine coal*)
Dengan proses flotasi

Studi pemilihan pahat bor *rolling cutter* pada Sumur Y Lapangan X

Model hidrokimia prospek panasbumi Ungaran Jawa Tengah

Jurnal Ilmu Kebumihan
Teknologi Mineral

Daftar Isi

Penentuan provenan batuan berdasarkan kumpulan mineral berat di Perairan Selat Bali D. Setiady	65
Batas Sikuen Plio-Pleistosen dan petroleum sistem di Daerah Blungun-Cepu, Cekungan Jawa Timur Utara Moch Yohanes P.Koesoemo dan Siti Umiyatun Ch.	71
Strategi model peningkatan potensi batugamping sebagai bahan baku marmer sintetis Kabupaten Sampang Madura, Propinsi Jawa Timur AY. Humbarsono	76
Pengaruh mineral pirit terhadap resistivitas batupasir dan aplikasinya pada kasus <i>low resistivity</i> Sayoga Heru Prayitno	83
Bidang diskontinyu pada massa batuan dan pengaruhnya terhadap kestabilan lereng Sudarsono	90
Studi awal: Kandungan sulfur pada lapisan batubara yang terlipat dan tersesarkan di Kalimantan Timur dan Selatan Bambang Kuncoro Prasongko, Sudarto Notosiswoyo dan Komang Anggayana	100
Pendugaan lapisan pembawa airtanah dengan metode geolistrik di Cekungan Wates, Kabupaten Kulonprogo Yogyakarta Winda dan Peter Eka Rosadi	109
Kajian teknis pengolahan tailing untuk mengambil batubara halus (<i>fine coal</i>) dengan proses flotasi Untung Sukamto dan An dhito Helly Ilimawan	115
Studi pemilihan pahat bor <i>rolling cutter</i> pada Sumur Y Lapangan X P. Subiatmono, Bambang Santosa Budi dan Herry Setyawan	121
Model hidrokimia prospek panasbumi Ungaran, Jawa Tengah IB. Jagranatha	129

Pengaruh mineral pirit terhadap resistivitas batupasir dan aplikasinya pada kasus *low resistivity*

Sayoga Heru Prayitno

Jurusan Teknik Perminyakan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta

Abstract

In well log measurement, its respons describe the rock characteristic covering fluid and rock mineral. Variety of mineral and fluid are give differential respons. One of mineral can influence log interpretation is pyrite. To know the influence of pyrite mineral used a physical of core model with different pyrite content, spreading of pyrite structurally. The core then is measured its physical and electriciry characters. Physical character measured covers porosity, permeability, capillary pressure and density, while electriciry character measured is resistivity core at various the price of saturations. From measurement of the electriciry character, it is known the value of formation factor, cementation factor, and saturation exponent. From analysis which has been done it is known that presence of pyrite in rock will cause resistivity to decline corresponding to addition percent volume of pyrite. Rock with pyrite content more than 2% need to be corrected so the value of water saturation is accurate.

Abstrak

Pada pengukuran log sumur, respon yang diterima akan mencerminkan sifat batuan formasi, yang meliputi fluida pengisi batuan maupun mineral pembentuk batuan. Jenis fluida akan memberikan respon yang berbeda begitu juga jenis maupun sifat mineralnya. Salah satu jenis mineral yang mempengaruhi hasil interpretasi log adalah mineral pirit. Untuk mengetahui pengaruh mineral pirit, dibuat model fisik core dengan kandungan pirit yang berbeda, penyebaran pirit secara struktural. Core tersebut kemudian diukur sifat fisik maupun sifat kelistrikan. Sifat fisik yang diukur meliputi porositas, permeabilitas, tekanan kapiler serta densitas, sedangkan sifat kelistrikan yang diukur adalah resistivitas core pada berbagai harga saturasi. Dari pengukuran sifat kelistrikan tersebut dapat diketahui harga faktor formasi, faktor sementasi, serta eksponen saturasi. Dari analisis yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa kehadiran pirit didalam batuan akan menyebabkan resistivitas menurun sesuai dengan penambahan persen volume pirit. Batuan dengan kandungan pirit diatas 2% perlu dilakukan koreksi agar harga saturasi air yang dihasilkan akurat.

Kata-kata kunci : pirit, batupasir, *low resistivity*

PENDAHULUAN

Interpretasi hasil pengukuran log sumur yang tepat dan akurat akan memberikan suatu gambaran yang representatif tentang sifat-sifat batuan maupun jenis kandungan fluidanya. Sifat batuan yang didapat dari log sumur adalah resistivitas, densitas, sifat radioaktif batuan serta porositas, yang dapat dibaca dari hasil rekaman log. Jenis kandungan fluida dinyatakan dengan parameter saturasi dihitung dengan menggunakan persamaan yang diturunkan oleh Archie untuk *clean sand* atau untuk formasi yang mengandung *clay* dengan menggunakan persamaan *Indonesian Equation*, Simandoux, atau yang lainnya.

Harga saturasi yang dihasilkan akan mencerminkan jenis kandungan fluidanya, sehingga harga ini merupakan parameter yang sangat penting dalam evaluasi formasi karena langsung mempengaruhi perhitungan cadangan. Salah satu parameter yang mempengaruhi harga saturasi air (S_w) adalah resistivitas batuan (R_t), sehingga ketepatan pengukuran terhadap harga R_t akan mempengaruhi harga S_w .

Resistivitas batuan dipengaruhi oleh :

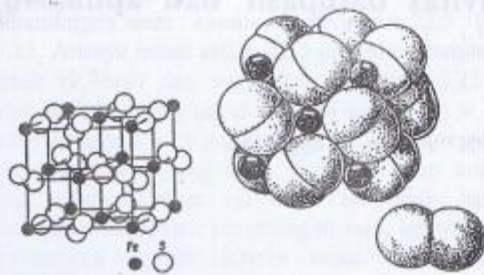
1. Konduktivitas fluida pengisi pori batuan
2. Jenis mineral pembentuk batuan
3. Struktur pori batuan

Dalam penelitian ini resistivitas fluida dan struktur pori batuan dibuat konstan, sedangkan jenis mineral terdiri dari mineral utama kuarsa, semen dan jenis mineral tambahan adalah pirit.

DASAR TEORI

Mineral pirit

Mineral pirit merupakan salah satu jenis mineral berat serta konduktif. Kehadiran mineral ini di dalam batuan termasuk dalam kategori mineral pengganggu, karena kehadirannya menyebabkan harga resistivitas batuan rendah. Pirit mempunyai rumus kimia FeS_2 yang merupakan *iron sulfide*. Dengan komposisi kimianya 46.6%Fe dan 53.4% S. Struktur kristal berbentuk kubik, simetrik dan mempunyai kenampakan kompak (Gambar 1)



Gambar 1. Struktur kristal pirit²⁾

Penyebaran mineral pirit dalam batupasir

Penyebaran pirit di dalam batuan tergantung dari diagenesanya. Jika pirit terbentuk secara primer atau bersamaan dengan proses terbentuknya batuan, maka penyebaran pirit tidak merata atau berupa nodul-nodul. Pirit yang terdapat pada batupasir berasal dari pembentukan secara primer, dimana pirit yang sudah ada mengalami proses sedimentasi yang meliputi pelapukan, transportasi serta pengendapan. Pirit yang terdapat pada batupasir akan mempunyai penyebaran secara struktural, yaitu penyebaran dalam bentuk butiran yang mempunyai ukuran kurang lebih sama dengan ukuran butiran pasir, sehingga kehadirannya tidak banyak mempengaruhi porositas batuan.

Identifikasi mineral pirit dari log

Kehadiran mineral pirit di dalam batuan dapat diidentifikasi dari log resistivitas, densitas, sonic dan log P_e . Pada batuan/formasi yang mengandung pirit, resistivitas batuan akan menunjukkan harga yang rendah sesuai dengan nilai prosentasenya, disebabkan karena mineral pirit merupakan konduktor yang baik, sehingga kehadirannya akan menyebabkan harga resistivitas batuan menjadi rendah.

Kehadiran mineral pirit dapat juga diidentifikasi dari log densitas. Pada batuan yang mengandung mineral pirit bacaan log densitasnya akan memberikan harga yang lebih tinggi dari densitas matrik batuan, seperti kwarsa atau dolomit. Harga densitasnya tergantung dari besarnya kandungan pirit, semakin besar kandungan piritnya, maka semakin besar pula densitas yang terbaca dari log densitas.

Pada pengukuran densitas batuan dengan menggunakan alat *Lito-Density Tool* (LDT) juga dapat dihasilkan sifat atau parameter batuan lain yang disebut *photoelectric absorption index* (P). *Photoelectric absorption index* (P) merupakan karakteristik utama dari matrik batuan dan tidak tergantung pada porositas dan jumlah fluida dalam batuan, sehingga merupakan alat yang baik untuk identifikasi kandungan mineral khususnya mineral berat dalam batuan. Dalam interpretasi log, lebih

sering digunakan istilah *volumetric photolistrik absorption index* (U), yang merupakan perkalian P dan densitas elektron, dapat dituliskan:

$$U = P_e \cdot \rho_e$$

Atau dengan pendekatan

$$U = P_e \cdot \rho_b \dots\dots\dots(1)$$

Adanya mineral pirit dalam batuan juga dapat diidentifikasi dari sonic log. *Respon sonic log* pada batuan yang mengandung mineral pirit akan memberikan harga *transite time* (Δt) yang lebih tinggi dari travel time matrik (kwarsa atau dolomit), ini disebabkan karena mineral pirit mempunyai tingkat kepadatan yang lebih tinggi dari kwarsa atau dolomit.

Tabel 1. Harga resistivitas, densitas (ρ) dan Δt dari beberapa mineral.

Tabel 1. Harga resistivitas, densitas, P_e , U dan Δt beberapa mineral⁵⁾

Mineral	Resisitvity Ohm-m	Densitas gr/cc	P_e Barn/e	U	Δt $\mu\text{sec}/\text{ft}$
Dolomit	-	2.88	3.14	9.00	43.5
Gamping	-	2.71	5.08	13.77	45.5
Pasir	-	2.65	1.8	4.79	55.6
Pirit	$10^{-1}-10^{-6}$	4.9-5.2	16.97	85	67

Sifat kelistrikan batuan

Sifat kelistrikan batuan merupakan suatu karakteristik batuan reservoir yang sangat penting. Sifat ini menjadi dasar dalam interpretasi log, karena sifat ini mempunyai hubungan terhadap saturasi air. Dalam interpretasi log, pengukuran sifat kelistrikan batuan parameter yang terukur adalah resistivitas dalam satuan Ohm-m. Sifat kelistrikan batuan direpresentasikan dalam dua besaran, yaitu faktor formasi (F) dan indek resistivitas (RI).

Faktor formasi

Faktor formasi adalah perbandingan antara resistivitas batuan yang disaturasi 100% air formasi terhadap resistivitas air formasi secara matematis dapat dituliskan:

$$F = \frac{R_o}{R_w} \dots\dots\dots(2)$$

Archie¹⁾ mengemukakan ada hubungan antara faktor formasi dengan porositas dan faktor sementasi pada formasi bersih dan dituliskan sebagai :

$$F = \frac{1}{\phi^m} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

m = faktor sementasi

Persamaan 2 dan persamaan 3 dapat dituliskan

$$F = \frac{R_o}{R_w} = \frac{1}{\phi^m} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan tersebut berlaku dengan anggapan butir pasir tidak konduktif, jika pasir atau batuan mengandung padatan yang konduktif maka persamaan tersebut perlu dilakukan koreksi. Patnode¹⁰⁾ menurunkan persamaan untuk menghitung resistivitas batuan jika terdapat mineral konduktif, sebagai berikut:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{V_s^X}{R_s} \left(1 - \frac{1}{F^*}\right) + \frac{1}{F^* R_f} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

- R_t = resistivitas slurry (batuan), ohm-m
- R_s = resistivitas mineral konduktif, ohm-m
- R_f = resistivitas fluida, ohm-m
- V_s = fraksi volume mineral konduktif, %
- X = faktor heterogenitas
- F* = faktor formasi semu

Resistivitas Index

Hidrokarbon (minyak dan gas) tidak menghantarkan arus listrik atau bukan bersifat konduktif, sehingga kehadirannya akan memperkecil konduktivitas atau memperbesar resistivitas batuan. Resistivitas Index adalah perbandingan resistivitas batuan yang tersaturasi air kurang dari 100% terhadap resistivitas batuan dengan saturasi air 100%. Secara matematis dapat dituliskan :

$$RI = \frac{R_t}{R_o} = S_w^{-n} \dots\dots\dots (6)$$

persamaan 6 juga dapat dituliskan :

$$RI = \frac{R_t}{FR_w} = \frac{\phi^m R_t}{R_w} = S_w^{-n} \dots\dots\dots (7)$$

Untuk menghitung saturasi air (S_w), persamaan dapat ditulis:

$$S_w = \sqrt{\frac{FR_w}{R_t}} \dots\dots\dots(8)$$

dimana :

- S_w = saturasi air, fraksi
- n = eksponen saturasi

Persamaan 8 dapat digunakan jika batuan tidak mengandung mineral konduktif, Apabila terdapat mineral konduktif, maka persamaan tersebut menjadi:

$$S_w = \sqrt{\frac{F^* R_w}{R_t}} \dots\dots\dots (9)$$

UJI LABORATORIUM

Bahan yang digunakan

Dalam percobaan ini menggunakan bahan/fluida yaitu air formasi dan minyak. Air formasi digunakan untuk mensaturasi/menuhi core, sedangkan minyak digunakan untuk mendesak air yang ada di dalam core untuk pengukuran resistivitas core pada berbagai harga saturasi air (S_w) .

Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan pada percobaan di laboratorium terdiri dari dua, yaitu peralatan utama dan penunjang. Peralatan utama terdiri dari: Core Holder, Cell, serta Resistivity Meter. Peralatan penunjang meliputi: timbangan digital, jJangka sorong, pompa vakum dan pompa tangan.

Pengukuran di laboratorium

Pada penelitian ini, digunakan sebelas core batupasir (clean sand) yang dibuat di laboratorium dengan memvariasi kandungan pirit. Core tersebut diukur dimensi (panjang, diameter), porositas, permeabilitas, densitas matrik (grain density) serta resistivitas pada berbagai harga saturasi air sistem udara-air. Dari pengukuran resistivitas pada berbagai saturasi air didapat parameter diantaranya faktor formasi semu (F*), faktor sementasi semu (m*), resistivity index (RI) serta eksponen saturasi (n). Pengukuran di laboratorium meliputi: persiapan sampel, pengukuran (porositas, permeabilitas, resistivitas) dan penjenuhan sample.

Persiapan Sampel

Sebelum dilakukan pengukuran parameter yang diinginkan, maka harus dipastikan bahwa sampel dalam keadaan kering, tidak mengandung air (tidak ada air yang terjebak dalam pori-pori) sehingga, hasil yang didapat akurat.

Sampel dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan menggunakan kain yang bersih, untuk memastikan sampel benar-benar tidak mengandung air, masukkan sampel ke dalam oven dengan temperatur 100^oC selama 16 jam. Setelah dikeringkan selama 16 jam, masukkan sampel ke dalam tabung desikator untuk didinginkan serta menjaga supaya tidak kemasukan uap air.

Penjenuhan sampel

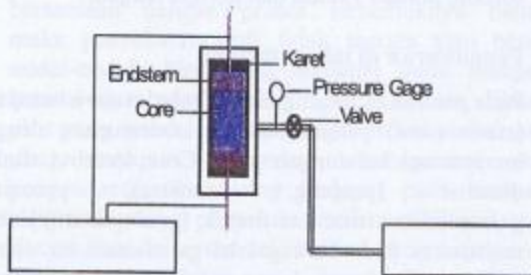
Setelah sampel diukur panjang, diameter serta ditimbang, kemudian penjenuhan sampel dengan menggunakan larutan garam NaCl 20000 ppm. Sebelum dilakukan penjenuhan, sampel divakum 12 jam untuk memastikan bahwa di dalam pori-pori batuan tidak terdapat udara, setelah divakum kemudian sampel dijenuhi.

Pengukuran resistivitas

Pengukuran resistivitas dari *core* dilakukan dengan tiga cara sesuai dengan tujuan pengukuran, yaitu:

1. Pengukuran resistivitas *core* kering, dengan tujuan untuk mengetahui resistivitas *core* kering atau sebelum dijenuhi larutan garam.
2. Pengukuran resistivitas *core* tersaturasi 100 % larutan garam, dengan tujuan untuk mengetahui faktor sementasi (m).
3. Pengukuran resistivitas *core* pada berbagai harga saturasi air, dengan tujuan untuk mengetahui resistivitas *core* pada berbagai harga saturasi baik dengan metode udara-air maupun metode minyak-air.

Ketiga cara tersebut pada prinsipnya sama, perbedaannya hanya pada saturasi *core* yang diukur. Skematis prinsip pengukuran resistivitas (Gambar 2)



Gambar 2. Rangkaian pengukuran resistivitas

HASIL

Hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa gambar (grafik) yang meliputi:

Gambar 3. Hubungan resistivitas terhadap persen volume pirit pada berbagai harga saturasi air.

Gambar 4. Hubungan densitas matrik terhadap densitas batuan (*core*)

Gambar 5. Hubungan persen volume pirit terhadap faktor heterogenitas (X)

Gambar 6: Hubungan persen faktor formasi semu (F^*).

Gambar 7. Hubungan persen volume pirit terhadap faktor sementasi semu (m^*)

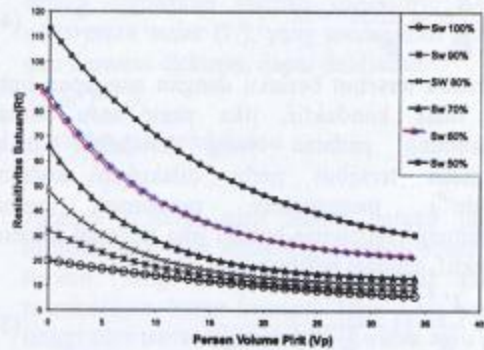
Gambar 8. Hubungan persen volume pirit terhadap eksponen saturasi semu (n^*).

Gambar 9. Densitas matrik terhadap Dimension less densitas batuan.

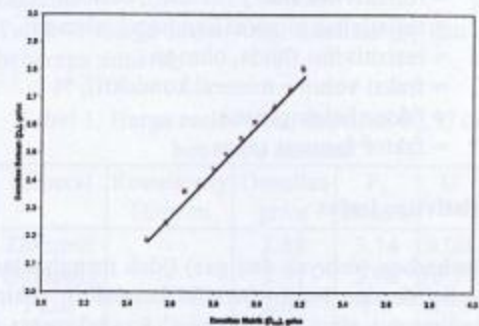
Gambar 10. Hubungan persen volume pirit terhadap dimension less faktor formasi semu (F^*)

Gambar 11. Hubungan persen volume pirit terhadap dimension less eksponen saturasi semu (n^*)

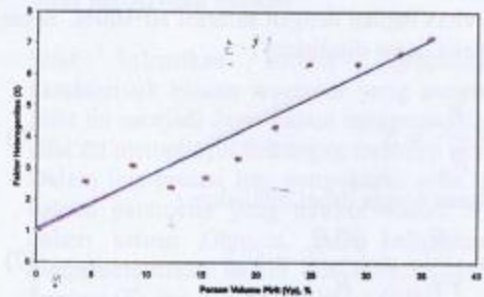
Gambar 12. Hubungan persen volume pirit terhadap penyimpangan saturasi air (ΔSw)



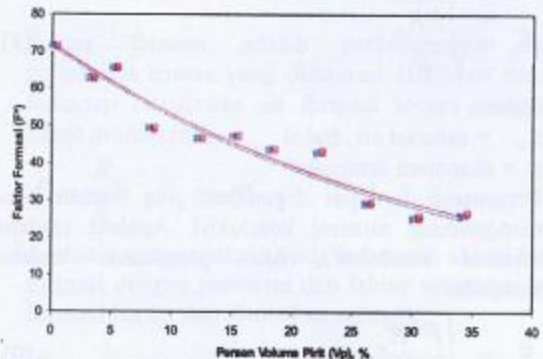
Gambar 3. Hubungan persen volume pirit thd Resistivitas



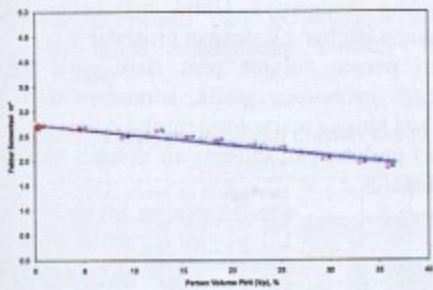
Gambar 4. Hubungan densitas matrik terhadap densitas batuan



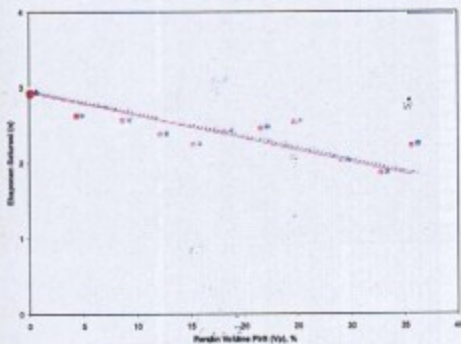
Gambar 5. Hubungan persen volume pirit terhadap faktor heterogenitas



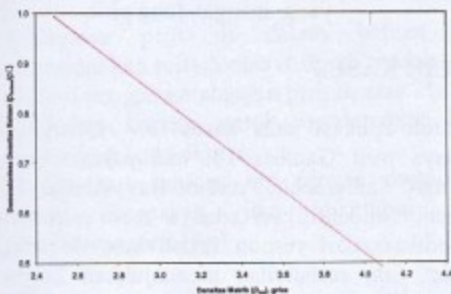
Gambar 6. Hubungan persen volume pirit terhadap faktor formasi semu (F^*)



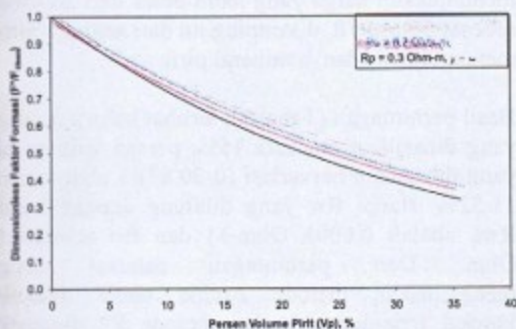
Gambar 7. Hubungan persen volume pirit terhadap faktor sementasi semu (m^*)



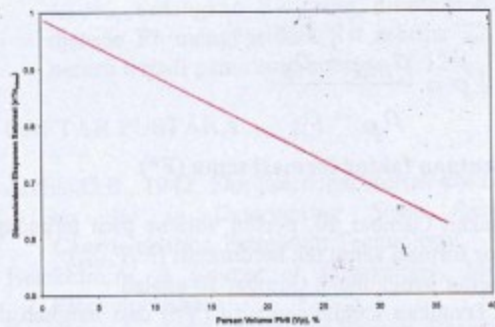
Gambar 8. Hubungan persen volume pirit terhadap eksponen saturasi (n^*)



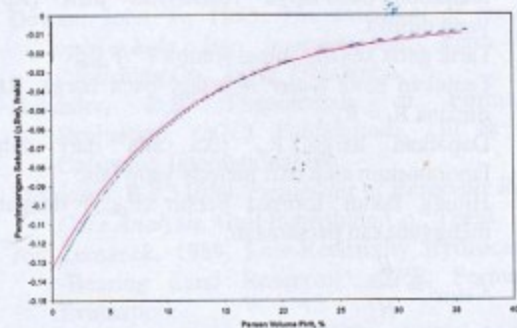
Gambar 9. Densitas matrik terhadap dimensionless densitas batuan



Gambar 10. Hubungan persen volume pirit terhadap F^*



Gambar 11. Hubungan persen volume pirit terhadap eksponen saturasi Semu (n^*)



Gambar 12. Plot persen volume pirit terhadap penyimpangan saturasi Air (ΔSw)

METODE KOREKSI PADA KASUS LOW RESISTIVITY KARENA ADANYA MINERAL KONDUKTIF

Dalam melakukan koreksi pada batuan yang mengandung pirit, antara lain: penentuan volume pirit, penentuan faktor formasi semu (F^*), penentuan eksponen saturasi semu (n^*), penentuan faktor koreksi Sw (ΔSw) dan terakhir penentuan harga Sw .

Penentuan volume pirit dari log densitas

Langkah utama dalam melakukan koreksi adalah menentukan jumlah kandungan pirit dalam batuan. Langkah ini dapat ditempuh dengan dua cara yang pertama dari sayatan tipis *core* di laboratorium yang kedua dari log densitas. Pada paper ini dengan menggunakan cara yang kedua.

Prosedur penentuan volume pirit dengan menggunakan Gambar 9.

Prosedur Penentuan kandungan pirit adalah sebagai berikut:

1. Tentukan Densitas batuan *clean* ρ_{ma}^* (yang tidak mengandung pirit) dari log densitas.
2. Baca densitas batuan dari log ρ_b
3. Bandingkan ρ_{ma}^* / ρ_b
4. Dengan menggunakan harga pada langkah 3 dapatkan densitas matrik semu (ρ_{ms}^*)

5. Tentukan Persen volume pirit (V_p) dari log densitas:

$$V_p = \frac{\rho_{ma} - \rho_s}{\rho_p - \rho_s}$$

Penentuan faktor formasi semu (F^*)

Gunakan Gambar 10, persen volume pirit terhadap faktor formasi semu tak berdimensi (F^*/F_{clean}).

Prosedur penggunaan Gambar 10 adalah:

1. Tentukan kandungan pirit (V_p) dari langkah di atas.
2. Dari harga V_p tarik garis ke atas sampai memotong pada harga resistivitas pirit (R_p) yang dipilih.
3. Tarik garis kekiri sampai sumbu F^*/F_{clean} .
4. Tentukan *zone water bearing*, baca harga R_t , dimana $R_t = R_o$.
5. Dapatkan harga R_w jika ada dari data laboratorium atau dari metode yang lain.
6. Hitung faktor formasi bersih (F_{clean}) dengan menggunakan persamaan:

$$F_{clean} = \frac{R_o}{R_w}$$

7. Hitung F^* pada V_p tertentu.
8. Ulangi langkah diatas untuk V_p yang lain

Penentuan harga eksponen saturasi (n^*)

Untuk melakukan koreksi, digunakan Gambar 11. dengan prosedur sebagai berikut:

1. Dari harga volume pirit (V_p) yang telah didapatkan, tarik garis ke atas sampai memotong kurva, kemudian tarik garis kekiri sehingga didapatkan harga n^*/n_{clean} .
2. Tentukan harga eksponen saturasi *clean* (n_{clean}) dari lapisan yang tidak mengandung pirit, misalnya 2, maka akan didapatkan harga n pada volume pirit tertentu
3. Ulangi langkah 1 dan 2 untuk harga volume pirit yang lain

Dari data log-resistivitas yaitu *deep induction* baca harga R_t , jika perlu koreksi dengan metode yang sudah ada, serta dapatkan harga R_w dengan metode yang sudah ada kemudian hitung saturasi air dengan menggunakan persamaan

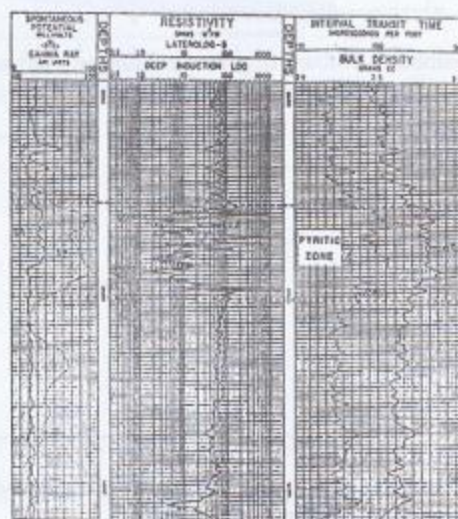
$$S_w^* = n^* \sqrt{\frac{F^* R_w}{R_t}}$$

Koreksi hasil perhitungan saturasi air

Berdasarkan pengamatan saturasi air (S_w) di laboratorium menunjukkan bahwa hasil perhitungan yang dilakukan dengan metode F^* masih terjadi penyimpangan dari S_w pengamatan walaupun penyimpangan tersebut relatif kecil. Walaupun

demikian, hasil perhitungan diusahakan mendekati harga yang sebenarnya. Untuk melakukan koreksi digunakan Gambar 13, dengan prosedur :

1. Dari persen volume pirit tarik garis ke atas hingga memotong grafik, kemudian tarik garis ke kiri hingga memotong sumbu ΔS_w . Dari perhitungan saturasi air dengan metode F^* didapat S_w^* .
3. Harga $S_{w(koreksi)} = S_w^* - (S_w^* \times \Delta S_w)$



Gambar 13. Contoh kasus respon Log pada formasi yang mengandung pirit

STUDI KASUS

Contoh aplikasi pada kasus *low resistivity* akibat adanya pirit Gambar 13. merupakan contoh log Formasi Sadlerochit, Prudhoe Bay, Alaska. Dari log tersebut diidentifikasi adanya zone pirit, zone ini terindikasi dari respon resistivitas, densitas serta sonic. Log resistivitas menunjukkan harga yang rendah di bawah harga resistivitas pada zone air, log densitas menunjukkan harga yang lebih kecil dari densitas matrik (*sand*), dari log sonic Δt menunjukkan harga yang lebih besar dari Δt kwarsa sebesar 55 $\mu\text{sec}/\text{ft}$, disamping itu dari analisis *cutting* menunjukkan adanya mineral pirit.

Hasil perhitungan (Tabel 2), terlihat bahwa porositas yang dihasilkan rata-rata 15%, persen volume pirit yang dihasilkan bervariasi (0-29.87%) atau rata-rata 11.52%. Harga R_w yang dihitung dengan metode Archie adalah 0.0003 Ohm-M dan R_o sebesar 0.2 Ohm. Dari perhitungan saturasi dengan menggunakan metode Archie tanpa dilakukan koreksi terhadap pirit dan metode F^* didapatkan harga yang berbeda. Saturasi yang dihitung dengan metode Archie menghasilkan S_w rata-rata sebesar 40.4% sedangkan S_w yang dihitung dengan metode F^* dihasilkan S_w^* rata-rata sebesar 22.17%. Secara umum perhitungan saturasi air dengan metode F^* lebih akurat, karena sesuai dengan

percobaan di laboratorium, Sw yang dihasilkan dari metode F* akan memberikan harga Sw yang mendekati kenyataan dari perhitungan Sw yang dilakukan tanpa melakukan koreksi terhadap kehadiran pirit.

Tabel 2. Hasil perhitungan contoh kasus low resistivity

Medan #	R Ohm	ρ _a g/cc	ρ _w g/cc	Makna R _a	R _w Ohm	R _{total} Ohm	Sw _{total} %	P	n	Sw _{total} %	Sw _{total} Hend
001	2.32	2.487	0.0012	0.1%	0.0	0.492	89.9	200	0.000	0.290	0.140
002	2.48	2.710	0.0012	1.838	0.14	1.188	121.9	188	0.010	1.804	0.592
003	11.00	2.910	0.0012	0.222	0.14	0.424	56.9	178	0.006	5.224	0.006
004	6.20	2.740	0.0012	0.165	0.14	0.320	56.5	178	0.008	5.224	0.154
005	0.30	2.800	0.0012	0.024	0.0	0.024	49.8	178	0.004	4.200	0.000
006	1.00	2.664	0.0012	0.022	0.11	0.154	38.8	168	0.004	2.388	0.200
007	7.00	2.664	0.0012	0.150	0.14	0.320	89.9	194	0.004	6.492	0.100
008	1.00	2.740	0.0012	0.095	0.14	0.146	54.2	178	0.004	5.224	0.394
009	3.00	2.400	0.0012	0.078	0.14	0.210	156.1	188	0.020	8.788	0.234
010	3.00	2.740	0.0012	0.100	0.14	0.250	104.5	174	0.000	5.224	0.100
011	1.00	2.910	0.0012	0.034	0.14	0.168	104.5	174	0.200	5.224	0.200
012	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
013	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
014	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
015	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
016	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
017	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
018	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
019	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
020	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
021	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
022	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
023	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
024	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
025	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
026	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
027	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
028	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
029	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
030	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
031	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
032	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
033	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
034	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
035	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
036	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
037	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
038	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
039	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
040	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
041	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
042	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
043	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
044	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
045	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
046	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
047	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
048	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
049	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
050	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
051	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
052	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
053	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
054	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
055	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
056	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
057	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
058	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
059	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100
060	0.00	2.740	0.0012	0.000	0.14	0.146	54.2	174	0.000	5.224	0.100

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pengaruh mineral pirit terhadap resistivitas batupasir dapat diperoleh beberapa kesimpulan antara lain:

1. Kehadiran pirit di dalam batuan akan menyebabkan resistivitas menjadi rendah.
2. Batuan dengan kandungan pirit di atas 2% perlu dilakukan koreksi untuk mendapatkan harga saturasi air yang akurat.
3. Perhitungan saturasi air dengan metode F* dapat digunakan jika diketahui harga resistivitas pirit (Rp)

4. Dari hasil perhitungan saturasi tanpa melakukan koreksi adanya pirit menghasilkan Sw sebesar 40.4%, sedangkan Sw yang dihitung dengan metode F* menghasilkan Sw sebesar 22.17%, berarti terjadi penurunan sebesar 45.12%.

DAFTAR PUSTAKA

Archie.G.E., 1942. *The Electrical Resistivity Log as an Aid in Determining Some Reservoir Characteristics*, Petroleum Technology.
 Betekhtin.A, *A Course of Mineralogy*, Moscow Place Publishers.
 De Witte, L., 1950. *Relations Between Resistivities and Fluid contents of Porous Rock*, *Oil and Gas Journal*.
 Dewan, John T., 1983. *The essential of modern open hole log Interpretation*, Pen Well Publishing Co., Tulsa, Oklahoma.
 Helander, D.P. *Fudamentals of Formation Evaluation*, *OGCI Publications*, Oil & Gas Colsutant International.Inc.
 Monicard, R.P., 1980. *Properties of Reservoir Rock: Core Analysis*, Gulf Publishing Co., Texas,
 Joe Zemanek, 1989. *Low-Resistivity Hydrocarbon -Bearing Sand Reservoir*", *SPE*, Formation Evaluation.
 Murphy, R.P. & Owens, W.W., 1972. *A New Approach for Low-Resistivity Sand Log Analysis*, *JPT*.
 Pamode, H.W. & Wyllie, M.R.J. 1950. *The Presence of Conductive Solids in Reservoir Rocks As A Factor in Electric Log Interpretation*, *Petroleum Transactions, AIME*, Vol 189.
 Wyllie, M.R.J.,1963. *The Fundamentals of Well Log Interpretation*, Third Edition, Academic Press, Inc. London Ltd.