

PERBANDINGAN NILAI SATURASI AIR PADA ZONA RESERVOIR BATUPASIR SERPIHAN (*SHALY SAND*) DENGAN PENDEKATAN MODEL INDONESIA DAN MODEL *SIMANDOUX*, STUDI KASUS DI CEKUNGAN SUMATERA SELATAN

Fathya Camyra^{1*}, Nurdrajat¹, Yusi Firmansyah¹, Reza Moh. Ganjar¹

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran, Indonesia

*Korespondensi: fathya17001@mail.unpad.ac.id

SARI

Petrofisika merupakan metode yang dilakukan untuk analisis karakteristik fisik suatu reservoir berupa kandungan serpih, porositas efektif dan saturasi air pada suatu reservoir guna mengetahui nilai-nilai nya secara kuantitatif. Tujuan penelitian ini yaitu mengukur parameter petrofisika berupa saturasi air pada reservoir batupasir. Maka analisis difokuskan pada perhitungan saturasi air. Data yang tersedia pada analisis ini yaitu terdiri dari data wireline log berupa log GR, log NPHI, log RHOB, dan log Resistivity. Tahap awal dilakukan dengan analisis kualitatif berupa penentuan jenis litologi dan pembagian zona *interest* berupa lapisan batupasir yang dilihat dari defleksi kurva gamma ray juga adanya *cross over* antara log NPHI dan log RHOB. Selanjutnya untuk analisis kuantitatif dilakukan dengan perhitungan saturasi air pada tiap zona *interest* dengan menggunakan model Indonesia dan model simandoux karena cocok dengan jenis litologi pada daerah penelitian yaitu *shaly sand*. Hasil dari perhitungan saturasi air menunjukkan bahwa nilai saturasi air yang dihitung dengan model Indonesia bernilai 41% dan model simandoux bernilai 44%. Hal ini menunjukkan bahwa model Simandoux menunjukkan hasil yang lebih pesimistik dibandingkan dengan model Indonesia. Dengan hasil saturasi air yang berkisar 41-44%, maka dapat disimpulkan juga bahwa zona reservoir batupasir pada daerah penelitian merupakan reservoir yang mengandung hidrokarbon lebih banyak dibandingkan kandungan airnya.

Kata kunci: petrofisika, saturasi air, shaly sand reservoir, model Indonesia, model Simandoux, wireline log.

ABSTRACT

Petrophysics is a method used to analyze physical characteristics of reservoir such as volume shale, effective porosity and water saturation in order to determine their values quantitatively. The purpose of this study is to measure petrophysical parameters in the form of water saturation in the sandstone reservoir. Then the analysis is focused on the calculation of water saturation. The data available in this analysis consists of wireline log data such GR logs, NPHI logs, RHOB logs, and Resistivity logs. Firstly, the analysis started by qualitative analysis by determining the type of lithology and dividing the zone of interest in the form of a sandstone layer as seen from the deflection of the gamma ray curve as well as the presence of cross over between the NPHI log and the RHOB log. Furthermore, quantitative analysis is done by calculating water saturation in each zone of interest using the Indonesian model and the Simandoux model because it fits the lithology type in the research area, namely shaly sand. The results of the water saturation calculation show that the water saturation value calculated by the Indonesian model is 41% and the Simandoux model is 44%. This shows that the Simandoux model shows more pessimistic results than the Indonesian model. With the results of water saturation ranging from 41-44%, it can also be concluded that the sandstone reservoir zone in the study area is a reservoir that contains more hydrocarbons than its water content.

Keywords: petrophysics, shaly sand reservoir, model Indonesia, model Simandoux, water saturation, wireline log.

I. PENDAHULUAN

Dalam melakukan eksplorasi migas, terdapat beberapa metode dan salah satunya adalah analisis petrosifika reservoir menggunakan data wireline log. Petrofisika dianalisis berdasarkan kandungan serpih, porositas efektif, dan saturasi air pada batuan reservoir.

Petrofisika merupakan cabang ilmu kebumihan yang mempelajari sifat-sifat batuan beserta isi yang terdapat didalamnya seperti cairan dan bahan pembentuknya. Di industri migas, sifat fisik batuan sangat penting dipelajari untuk mengetahui karakter reservoir sebagai batuan yang layak untuk dilakukan pengeboran ataupun produksi lebih lanjut. Analisis petrofisika reservoir meliputi analisis kualitatif dan analisis kuantitatif.

Analisis petrofisika merupakan yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik suatu reservoir. Analisis petrofisika dihitung dan ditentukan dengan data bawah permukaan melalui proses well logging pada lubang pengeboran. Parameter petrofisika terdiri dari kandungan serpih (vsh), porositas efektif ($phie$), dan saturasi air (sw).

Kandungan serpih Volume Shale (vsh) merupakan jumlah kandungan lempung pada suatu zona interest yang dinyatakan dalam persentase volume shale terhadap volume keseluruhan batuan. Perhitungan volume of shale pada suatu zona interval pada log sumur, merupakan zona reservoir yang telah dipenggal/cut-off oleh persentase volume shale nya. Dalam menentukan volume shale, dapat digunakan beberapa metode seperti linear, Larionov, Steiber, dan Clavier.

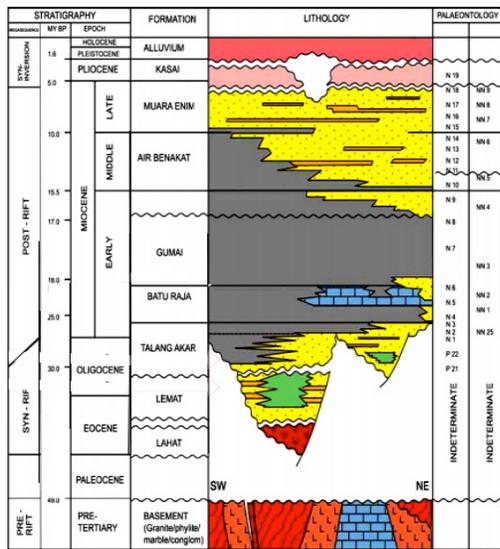
Porositas merupakan salah satu parameter penting dalam mengidentifikasi sifat fisik reservoir, karena ruang pori batuan adalah tempat di mana fluida masuk mengisi dan tersimpan dalam batuan. Porositas bisa didapatkan dari berbagai macam data log dasar. Log – log ini diantaranya ialah log densitas, log neutron, dan log sonic ataupun melalui kombinasi log – log tersebut. Porositas merupakan volume

pori per volume total dari batuan. Porositas pada batuan bergantung pada distribusi ukuran butir batuan tersebut. Jika pemilahannya buruk, porositas dari suatu batuan akan berkurang karena pori tertutup oleh pengisian material yang ukurannya lebih halus.

Resistivitas air atau nilai hambatan air adalah nilai kemampuan air untuk menghambat arus listrik. Nilai resistivitas air bisa didapat dari log resistivitas ataupun dari log SP dengan memasukkan nilai Rmf juga dapat digunakan $RwApparent$. Nilai resistivitas air ini sangat penting untuk menentukan nilai saturasi air pada formasi batuan. Secara kualitatif, Rw berguna untuk mengidentifikasi tingkat salinitas air formasi yang nantinya dapat digunakan untuk penentuan lingkungan pengendapan.

Saturasi air merupakan volume ruang pori batuan yang terisi oleh air formasi, dengan artian lain merupakan rasio antara volume cairan dengan volume ruang pori (Crain, E. R., 2012). Bila hanya terdapat kandungan air pada batuan tersebut, maka nilai $Sw=1$. Namun jika terdapat fluida lain seperti hidrokarbon, maka saturasi hidrokarbon tersebut bernilai $Sw-1$. Saturasi air Sebagai contoh, kejenuhan air suatu batuan adalah 10%, hal ini berarti 1/10 dari ruang pori terisi dengan air, sedangkan sisanya terisi oleh sesuatu yang lain (misalnya minyak, gas, udara, dll. Pori batuan ini tidak bisa kosong). Data saturasi pada umumnya dilaporkan dalam satuan persen (Crain, E. R., 2002).

Dalam penentuan nilai Sw ini dapat dihitung dengan beberapa metode, tergantung dengan jenis batumannya. Jenis-jenis metode tersebut yaitu Archie, Model Indonesia, Simandoux, dan Dual water.



Gambar 1.1 Stratigrafi Regional Sumatera Selatan (Ginger & Fielding, 2005).

Pada Cekungan Sumatera terendapkan berbagai lapisan batuan yang berpotensi untuk dapat dieksplorasi contohnya batupasir serpihan pada Formasi Talang Akar. Jenis batuan yang terendapkan pada cekungan tersebut sangat bervariasi, hal ini salah satunya diakibatkan oleh proses sedimentasi pada Cekungan Sumatera Selatan yang terjadi dalam 2 fase yaitu adanya fase transgresi dan regresi pada periode tersier (Jackson, 1961 dalam Koesoemadinata, et al., 1976). Proses transgresi dan regresi tersebut menyebabkan adanya beberapa variasi lingkungan pengendapan sehingga produk sedimentasi yang dihasilkan juga bervariasi. Pada interval formasi talang akar, karakteristik litologi yang dimiliki yaitu didominasi oleh batupasir perselingan batulempung ataupun batulanau (Ginger & Fielding, 2005).

II. METODELOGI PENELITIAN

Tahapan pada penelitian ini diawali dengan studi pustaka mengenai analisis parameter petrofisika dan analisis litologi berdasarkan data wireline log. Selanjutnya dimulai dengan inventarisasi data. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa data well log dari satu

sumur berupa log GR, log NPHI, log RHOB, dan log Resistivity.

Well	Log Type				
	GR	Rt	Rxo	Rhob	Nphi
CAM02	√	√	√	√	√

Table 3.1 ketersediaan data.

Wireline log merupakan catatan menerus mengenai sifat batuan di bawah permukaan dalam lubang sumur pemboran berdasarkan kedalaman sumur itu sendiri. (Anugrah, 2015).

Analisis well log dapat dilakukan untuk tujuan tertentu contohnya dalam menganalisis petrofisika batuan (kuantitatif). Terdapat beberapa jenis well log/wireline log dengan fungsi yang berbeda-beda, diantaranya untuk menentukan batuan permeable dengan batuan impermeable, juga menentukan jenis fluida yang terkandung pada batuan.

Analisis yang dilakukan pertama yaitu analisis kualitatif berupa penentuan jenis litologi pada daerah penelitian dan juga untuk menentukan zona interest berupa lapisan batupasir.

Selanjutnya dilakukan analisis kuantitatif yaitu perhitungan parameter petrofisika berupa saturasi air pada tiap zona interest dengan perbandingan metode model Indonesia dan model Simandoux yang diolah dengan software Interactive Petrophysics 3.6. adapun rincian dari analisis yang dilakukan sebagai berikut:

a. Analisis Kualitatif

Analisis kualitatif dilakukan dengan data berupa Gamma Ray untuk menentukan batas-batas zona batuan yang akan dianalisis sifat fisiknya. Tujuan penelitian ini yaitu mengukur petrofisika berupa saturasi air pada reservoir batupasir sehingga dimulai dengan ditentukannya zonasi dengan defleksi log gamma ray yang mengarah ke kiri dengan arti lain bahwa lapisan tersebut memiliki nilai gamma ray yang kecil sehingga diinterpretasikan berupa lapisan batupasir.

b. Analisis Kuantitatif

Analisis Kuantitatif dilakukan berdasarkan data pasti berupa angka –angka yang dimasukkan ke dalam suatu rumus atau sistem untuk menentukan parameter – parameter petrofisika. Parameter petrofisika yang akan dihitung dan ditentukan nilainya yaitu water saturation (Sw).

Pada daerah penelitian, memiliki karakteristik reservoir berjenis batupasir serpihan dan terendapkan pada lingkungan air tawar juga air yang memiliki salinitas tinggi berdasarkan stratigrafi regional. Maka metode yang cocok digunakan berupa model Simandoux dan model Indonesia.

Metode Simandoux digunakan pada formasi batuan yang terdapat pengotor lempung, biasanya untuk formasi batuan yang lempungan (shaly). Metode Simandoux memiliki persamaan sebagai berikut:

$$S_w = \frac{0,4 \cdot R_w}{\phi_e^2} \left[\sqrt{\frac{5 \cdot \phi_e^2}{R_w \cdot R_t} + \left(\frac{V_{sh}}{R_{sh}}\right)^2} - \frac{V_{sh}}{R_{sh}} \right]$$

Metode ini memiliki kelebihan yaitu persamaan ini kehadiran shale sudah mulai diperhitungkan. Persamaan saturasi dengan model simandoux ini ,berdasarkan log resistivitas, log densitas dan log neutron (dalam Dewan, J. T., 1983). Metode simandoux menggunakan log densitas dan log neutron untuk menentukan porositas. Adapun fraksi lempung dapat ditentukan dari log Gamma Ray, SP dan indikator kehadiran shale lainnya

Lalu, untuk Model Indonesia juga digunakan untuk formasi batuan yang memiliki pengotor lempung. Model Indonesia memiliki persamaan sebagai berikut:

$$\frac{1}{\sqrt{R_t}} = \left[\frac{V_{sh}^d}{\sqrt{R_{sh}}} + \frac{\phi_e^{m/2}}{\sqrt{a \cdot R_w}} \right] \cdot S_w^{n/2}$$

$$d = 1 - \frac{V_{sh}}{2} \text{ atau } d = 1$$

Persamaan ini dikembangkan berdasarkan karakteristik dari fresh water yang berada pada suatu formasi dan tingginya

kandungan shale yang berkisar antara 30% - 70% yang sering dijumpai pada reservoir minyak di Indonesia (Poupon & Leveaux, 1971). Dalam metode ini, hubungan konduktivitas antara Rt dan Sw merupakan hasil dari konduktivitas lempung, air formasi dan konduktivitas lainnya yang diakibatkan interaksi antara kedua konduktivitas tersebut. (Poupon & Leveaux, 1971).

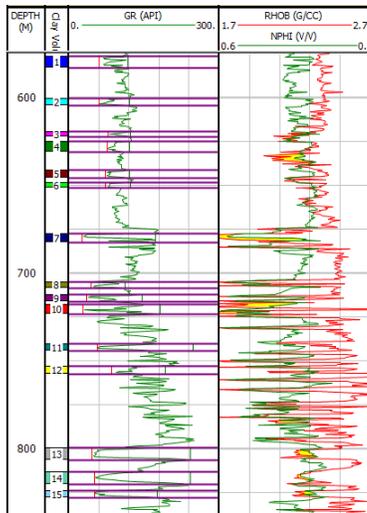
Perbedaanya dengan model simandoux yaitu jika model simandoux lebih cocok digunakan pada formasi dengan salinitas tinggi dan model Indonesia untuk formasi air tawar/ fresh water.

III. PEMBAHASAN

3.1 Penentuan zona interest

Pada data log gamma ray yang tersedia, defleksi kurva menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki karakteristik litologi berupa shaly sand, dan juga didukung dengan data stratigrafi regional. Hal ini menunjukkan bahwa reservoir batupasir pada daerah penelitian, merupakan reservoir yang memiliki pengotor berupa lempung.

Selanjutnya dalam menentukan zona interest pada penelitian ini, dianalisis dan ditentukan dari Log gamma ray dengan defleksi kurva yang relatif ke kiri yang menandakan zona permeable dan diinterpretasikan sebagai lapisan batupasir, juga dilihat dari log nphi dan log rhob untuk melihat adanya crossover yang menandakan adanya porositas.

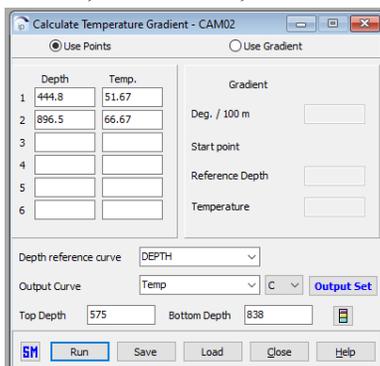


Gambar 4.1 Zona interest pada sumur CAM02

3.2 Pre-kalkulasi

Tahap pre-kalkulasi yang dilakukan pada sumur CAM02 yaitu memasukkan data temperature pada dua titik di kedalaman tertentu. Data temperature didapatkan dari well header yang berupa data Bottom Hole Temperature.

Data temperature yang digunakan yaitu pada kedalaman 444,8m dan 896,5m.



Gambar 4.2 Pre-kalkulasi dengan menginput nilai BHT.

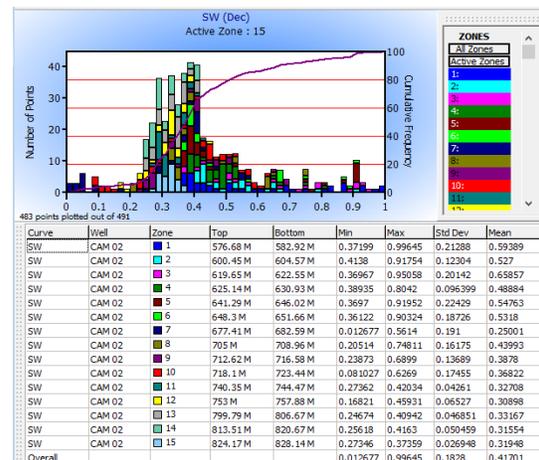
3.3 Saturasi air (Sw)

Selain volume shale dan porositas efektif, parameter petrofisika yang juga sangat penting dalam menentukan zona hidrokarbon yaitu adalah saturasi air. Pada sumur CAM02 saturasi air dihitung dengan model Indonesia dan Simandoux. Sumur CAM02 memiliki jenis

reservoir berupa shaly sand dilihat dari analisis kurva gamma ray-nya.

Salah satu parameter yang penting dalam menentukan nilai saturasi air yaitu resistivitas air formasi (R_w). Perhitungan resistivitas air ini akan menunjukkan bahwa zona reservoir yang terisi air memiliki nilai resistivitas yang rendah dibandingkan zona hidrokarbon karena air dapat menghantarkan listrik dengan baik dibandingkan hidrokarbon, sehingga grafik log yang terlihat akan menunjukkan defleksi kurva yang mengarah ke kiri atau ke nilai yang rendah.

Data dari R_w ini telah tersedia dari well report dan terdapat pada beberapa titik kedalaman di sumur CAM02. Selanjutnya hasil perhitungan saturasi air dengan kedua metode tersebut, disajikan dalam bentuk histogram sebagai berikut:



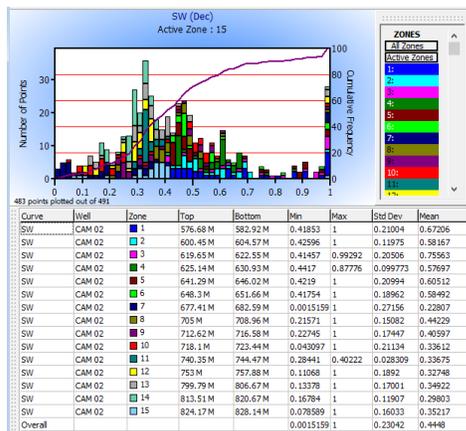
Gambar 4.3 Histogram hasil perhitungan Sw sumur CAM02 Model Indonesia

Pada sumur CAM02 juga hasil perhitungan dari model Simandoux menunjukkan nilai yang lebih pesimistik dibandingkan dengan hasil dari model Indonesia. Pada model Indonesia, nilai saturasi yang didapatkan memiliki rata-rata sebesar 41% dari seluruh zona lapisan reservoir CAM02. Zona-zona bagian atau menunjukkan nilai saturasi air yang relatif lebih besar dibandingkan zona-zona pada bagian bawah.

Lalu, hasil perhitungan nilai saturasi dengan model Simandoux menunjukkan bahwa rata-rata nilai saturasi air pada sumur CAM02 sebesar 44% dengan nilai paling kecil sebesar 22% pada zona 7 dan nilai paling tinggi sebesar 67% pada zona 1.

Maka jika dibandingkan berdasarkan nilai yang lebih pesimistik, hasil dari model Simandoux menghasilkan nilai yang lebih pesimistik dibandingkan dengan perhitungan model Indonesia.

Hasil dari perhitungan nilai saturasi air ini digunakan untuk menentukan apakah suatu reservoir itu dominan mengandung hidrokarbon atau air (Asquith dan Krygowski, 2004). Dan berdasarkan dari hasil perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa zona reservoir batupasir pada sumur CAM02 didominasi oleh kandungan hidrokarbon.



Gambar 4. 4 Histogram hasil perhitungan Sw sumur CAM02 Model Simandoux

IV.KESIMPULAN

Dari data yang tersedia dan analisis yang telah dilakukan maka dapat diketahui bahwa litologi pada sumur penelitian memiliki litologi berjenis shaly sand dan didapatkan zona interest berupa 14 zona reservoir batupasir yang selanjutnya masing masing tiap zona dihitung nilai saturasi airnya dengan hasil yang menunjukkan bahwa perhitungan dengan model Indonesia dan simandoux, kedua model memiliki nilai yang

relatif sama namun model simandoux menunjukkan hasil yang lebih pesimistik yaitu sebesar 44%, dibandingkan dengan hasil dari perhitungan saturasi air dengan model Indonesia dengan nilai 41%. Namun demikian, dapat disimpulkan bahwa reservoir pada daerah penelitian memiliki kandungan hidrokarbon yang lebih besar dibandingkan kandungan airnya.

DAFTAR PUSTAKA

Asquith, G., dan Krygowski, D., 2004. Basic Well Log Analysis. The American Association of Petroleum Geologists. Oklahoma.

Anugrah, Putty Annisa. 2015. Evaluasi Formasi Bekasap dan Bangko pada Lapangan Mandala di Cekungan Sumatera Tengah dengan Metode Deterministik. Jakarta: Universitas Indonesia.

Crain, E. R., 2000. Crain's Petrophysical Handbook.

Ginger, D., dan Fielding, K., 2005, The Petroleum System and Future Potential of The South Sumatra Basin, Proceedings Indonesian Petroleum Association, Thirtieth Annual Convention & Exhibition, August 2005, 67-89.

Harsono, A. 1997. Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log. Schlumberger Oilfield Services. Jakarta

Jackson, A. (1960). Notes on a Regional Isopach Map of the Talang Akar Formation in South Sumatra. EP-31795 (Unpublished).

Koesoemadinata, R. P., 1978. Geologi Minyak dan Gas Bumi. Jilid 1 Edisi kedua, ITB, Bandung.

Kumar, H., 2010. On the Application of Simandoux and Indonesian Shaly Sand

Poupon, A., & Leveaux, J., 1971, Evaluation of Water Saturations in Shaly Formation,

SPWLA 12th Annual Logging
Symposium, Paper O.

Rider, M., 1996. The Geological Interpretation of
Well Logs. Rider-French Ltd. Scotland

Schlumberger, 2013. Log Interpretation Chart.
Houston, Texas.