

**ANALISIS ZONA POTENSIAL HIDROKARBON DARI
DATA *RESERVOIR SATURATION TOOL (RST) LOG* DAN
WIRELINE LOG PADA FORMASI X DI LAPANGAN Y**

JURNAL ILMIAH

ABDUL ROHMAN

124.21.923



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
2022**

**ANALISIS ZONA POTENSIAL HIDROKARBON DARI
DATA *RESERVOIR SATURATION TOOL (RST) LOG* DAN
WIRELINE LOG PADA FORMASI X DI LAPANGAN Y**

JURNAL ILMIAH

ABDUL ROHMAN

124.21.923

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik Pada Program
Studi Teknik Perminyakan



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS ZONA POTENSIAL HIDROKARBON DARI DATA *RESERVOIR SATURATION TOOL (RST) LOG* DAN *WIRELINE LOG* PADA FORMASI X DI LAPANGAN Y

TUGAS AKHIR

ABDUL ROHMAN
124.21.923

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Perminyakan

Menyetujui,
Bekasi, 22 September 2022
Pembimbing



Falza Izza Wihdany, S.T., M.T
NIDN: 0428029205

Mengetahui,
Bekasi, 23 September 2022

Kepala Program Studi Teknik Perminyakan
Institut Teknologi Sains Bandung



Ir. Aries Prasetyo, M.T
NIDN: 0414046806

ANALISIS ZONA POTENSIAL HIDROKARBON DARI DATA *RESERVOIR SATURATION TOOL (RST) LOG* DAN *WIRELINE LOG* PADA FORMASI X DI LAPANGAN Y

Abdul Rohman

Mahasiswa Program Sarjana Teknik Perminyakan Institut Teknologi Sains Bandung

Pembimbing: Falza Izza Wihdany, S.T., M.T

Abstrak :

Lapangan “Y” merupakan lapangan minyak yang sudah memproduksi minyak dan gas selama 52 tahun. Kondisi saat ini, lapangan “Y” mengalami penurunan produksi yang disebabkan salah satunya karena tingginya produksi air (*high water cut*). Tiga sumur di lapangan “Y” yang dibahas dalam studi ini yaitu sumur AR-32, AR-36, dan AR-37 memiliki *water cut* sebesar 95,6-98,8% (status data produksi bulan April tahun 2016). Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi di lapangan “Y” ini adalah dengan menemukan potensi interval produksi lain supaya bisa mendapatkan perolehan minyak dan gas yang optimum. Namun pada sumur - sumur yang sudah berproduksi, kondisi properti saturasi air sudah mengalami perubahan dan cukup sulit untuk memantau tingkat saturasi fluida dengan menggunakan *conventional wireline log* karena sumur sudah dilapisi *casing (cased hole)*. Oleh sebab itu, dalam mengevaluasi zona potensial pada sumur yang sudah berproduksi memerlukan *logging* khusus, salah satunya yaitu dengan menggunakan *Reservoir Saturation Tool (RST) log*. Penelitian ini, bertujuan untuk melakukan analisis petrofisika didasarkan pada data *wireline log* untuk mengetahui kondisi properti sumuran dan data *Reservoir Saturation Tools (RST) log* untuk mengevaluasi interval produksi dan zona potensial lainnya. Parameter petrofisika yang ditekankan pada studi ini yaitu saturasi air dan *Total Organic Carbon (TOC)* yang diperoleh dari interpretasi *wireline log* dan saturasi minyak yang diperoleh dari data *Reservoir Saturation Tools (RST) log*. Saturasi air dari *wireline log* dihitung dengan menggunakan persamaan Archie sedangkan *Total Organic Carbon (TOC)* dihitung menggunakan persamaan Passey.

Hasil evaluasi sumur AR-32, AR-36 dan AR-37 berdasarkan analisis petrofisika dari data *wireline log* khususnya parameter TOC menunjukkan kondisi inisial zona produksi memiliki kandungan hidrokarbon sebesar ($S_o = 37-65\%$) dengan persentase *total organic carbon* sebesar ($TOC = 1.31-2,68\%$) yang tergolong baik. Analisis petrofisika menunjukkan penyebab tingginya *water cut* pada masing - masing sumur karena berada pada lapisan yang berdekatan dengan zona air. Sedangkan berdasarkan analisis karakteristik *reservoir* yang didasarkan pada pengukuran *Reservoir Saturation Tools (RST) log* menunjukkan kondisi masing - masing zona produksi, masih memiliki kandungan hidrokarbon sebesar ($S_o = 24-29\%$) yang masih berpotensi untuk diproduksi. Selanjutnya berdasarkan analisis perbandingan kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) dengan kondisi setelah berproduksi (dari analisis *RST log*) pada masing - masing zona produksi menunjukkan adanya peningkatan saturasi air sebesar ($\Delta S_w = 18-40\%$) serta penurunan saturasi minyak sebesar ($\Delta S_o = 32-37\%$). Evaluasi terhadap zona yang potensial untuk dikembangkan berdasarkan analisis *open hole log* dan *cased hole log (RST log)* diperoleh pada sumur AR-32 yaitu di interval kedalaman 2510 - 2565 ftMD dengan $TOC = 1,8\%$ (baik), dan $SO_{RST} = 20\%$, pada sumur AR-36 di interval kedalaman 2510 - 2565 ftMD dengan $TOC = 2,7\%$ (sangat baik) dan $SO_{RST} = 20\%$, dan pada sumur AR-37 di interval kedalaman 3240 - 3275 ftMD dengan $TOC = 0,60\%$ (sedang) dan $SO_{RST} = 33\%$.

Kata Kunci : *Water cut, open hole log, cased hole log, RST log, TOC*

ANALISIS ZONA POTENSIAL HIDROKARBON DARI DATA *RESERVOIR SATURATION TOOL (RST) LOG* DAN *WIRELINE LOG* PADA FORMASI X DI LAPANGAN Y

Abdul Rohman

Mahasiswa Program Sarjana Teknik Perminyakan Institut Teknologi Sains Bandung

Pembimbing: Falza Izza Wihdany, S.T., M.T

Abstract :

Field "Y" is an oil field that has been producing oil and gas for 52 years. The current condition, "Y" has decreased production due to high air production (high water cut). Three wells in the "Y" field discussed in this study, namely AR-32, AR-36, and AR-37 wells have a water cut of 95.6-98.8% (production data status in April 2016). One of the efforts to increase production in the "Y" field is to find other potential production intervals in order to obtain optimum oil and gas recovery. However, in wells that are already in production, the condition of the water saturation property has changed and it is quite difficult to reconcile the fluid saturation levels using conventional wireline logs because the wells are already covered with casing (cased holes). Therefore, in the potential zone of producing wells, special logging is required, one of which is by using the Reservoir Saturation Tool (RST) log. This study aims to conduct petrophysical analysis based on wireline log data to determine the condition of the well properties and Reservoir Saturation Tools (RST) log data to develop production intervals and other potential zones. Petrophysical parameters that are emphasized in this study are water saturation and Total Organic Carbon (TOC) obtained from the interpretation of wireline logs and oil saturation obtained from Reservoir Saturation Tools (RST) log data. The water saturation of the wireline logs was calculated using the Archie equation while the Total Organic Carbon (TOC) was calculated using the Passey equation.

The results of the AR-32, AR-36 and AR-37 wells based on petrophysical analysis of wireline log data, especially the TOC parameter, show that the initial conditions of the production zone have hydrocarbon potential ($S_o = 37-65\%$) with the proportion of total organic carbon (TOC = 1.3-2.68%) which is classified as good. Petrophysical analysis shows that the cause of the high water cut in each well is in the layer adjacent to the water bearing zone. Based on reservoir characteristics analysis based on Reservoir Saturation Tools (RST) log measurements, it shows the condition of each production zone, each of which still have hydrocarbon potential ($S_o = 24-29\%$) which is still possible to produce. Based on the comparison analysis of the initial condition of the well (from wireline log analysis) with the post production condition (from RST log analysis) in each production zone, it showed an increase in water saturation ($\Delta S_w = 18-40\%$) and a decrease in oil saturation ($\Delta S_o = 32-37\%$). Evaluation of the potential zone to be developed based on the analysis of open hole logs and cased hole logs (RST logs) obtained from the AR-32 well at a depth interval of 2510 - 2565 ftMD with TOC = 1.8% (good), and SO RST = 20%, in the AR-36 well at a depth interval of 2510 - 2565 ftMD with TOC = 2.7% (very good) and SO RST = 20%, and in the AR-37 well at a depth interval of 3240 - 3275 ftMD with TOC = 0.60% (moderate) and SO RST = 33%.

Keywords : Water cut, open hole log, cased hole log, RST log, TOC

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sumur yang telah memproduksi minyak dan gas pada umumnya akan mengalami penurunan produksi tiap tahunnya yang disebabkan beberapa faktor diantaranya adalah fasilitas produksi yang sudah tua, sumur tidak memiliki cukup tekanan untuk mengalirkan fluida ke permukaan, adanya kerusakan formasi dan nilai *Water Cut* (WC) yang tinggi (Daneshy, 2006). Hal ini terjadi pada Sumur AR-32, AR-36 dan AR-37 di lapangan “Y” yang mengalami penurunan produksi minyak dikarenakan nilai *water cut* yang meningkat. Sumur AR-32 telah memproduksi minyak pada lapisan “V” sebesar 238 bopd sejak tahun 2008, namun produksi minyak pada sumur ini menurun sebesar 87% karena nilai *water cut* meningkat hingga 98.6% pada tahun 2016. Pada sumur AR-36 telah memproduksi minyak pada lapisan “N” dan “O” sebesar 159 bopd sejak tahun 1994, namun produksi minyak pada sumur ini menurun sebesar 91% karena nilai *water cut* meningkat hingga 98.8% pada tahun 2016. Sedangkan pada sumur AR-37 telah memproduksi minyak pada lapisan “V” sebesar 132 bopd sejak tahun 2005 namun produksi minyak pada sumur ini menurun sebesar 63% karena nilai *water cut* meningkat hingga 95.6% pada tahun 2016.

Dalam upaya untuk meningkatkan produksi di lapangan “Y” dilakukan evaluasi terlebih dahulu secara petrofisika pada interval produktif dan meninjau apakah ada zona potensi lainnya yang dapat direkomendasikan untuk diproduksi. Evaluasi formasi sangat penting dilakukan untuk mempelajari karakter dari *reservoir* dan juga memperkirakan kondisi - kondisi yang mungkin terjadi di dalam *reservoir*. Pada sumur - sumur yang sudah berproduksi sangat sulit untuk dipantau seperti tingkat saturasi fluida akibat dilapisi *casing* (*cased hole*). Oleh sebab itu, digunakan *wireline logging* dengan metode *cased hole logging* yang merupakan teknik penilaian formasi untuk sumur yang telah dilapisi oleh *casing*. Salah satu metodenya yaitu menggunakan *Reservoir Saturation Tool* (RST) *log*.

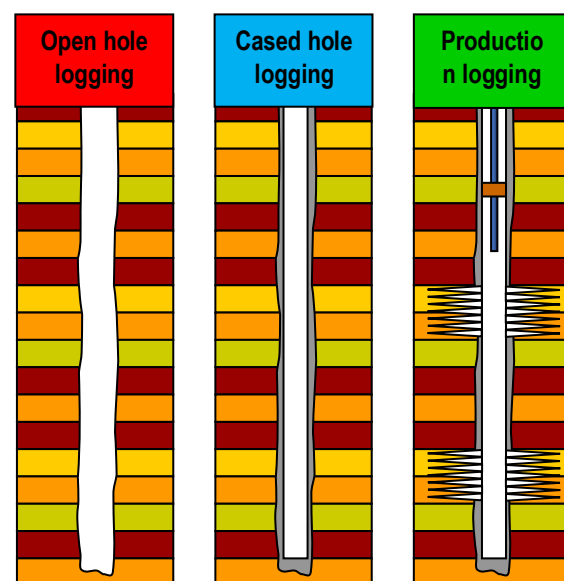
Reservoir Saturation Tool (RST) *log* umumnya dilakukan untuk mengevaluasi saturasi hidrokarbon yang telah menurun pada sumur yang telah dilapisi *casing* untuk

memantau saturasi dari lapisan produktif. Dalam penelitian ini, hasil analisis petrofisika didasarkan pada data *wireline log* yang dilakukan pada saat *open hole* untuk mengetahui kondisi properti inisial sumuran. Parameter petrofisika yang ditekankan pada studi ini yaitu saturasi air dan *Total Organic Carbon* (TOC) yang diperoleh dari interpretasi *wireline log*. Saturasi air dari *wireline log* dihitung dengan menggunakan persamaan Archie sedangkan *Total Organic Carbon* (TOC) dihitung menggunakan persamaan Passey. Selanjutnya data *Reservoir Saturation Tools* (RST) *log* yang dilakukan saat *cased hole* digunakan untuk mengevaluasi saturasi minyak yang berada pada interval lapisan produksi dan untuk evaluasi zona potensial lainnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Evaluasi Formasi

Evaluasi formasi batuan adalah suatu proses menganalisis sifat dan ciri batuan *reservoir* yang berada dibawah permukaan dengan menggunakan hasil pengukuran lubang sumur (Harsono, 1997). Tujuan utama yang dilakukan dari evaluasi formasi adalah untuk mengidentifikasi *reservoir*, memperkirakan cadangan hidrokarbon, dan memperkirakan perolehan kembali hidrokarbon (Harsono, 1997). Metode - metode yang digunakan dalam evaluasi formasi dapat menggunakan *logging* dapat dilihat pada Gambar 2.1 sebagai berikut:



Gambar 2.1 Metode evaluasi formasi menggunakan data *logging* (Miftahul, 2017)

2.2 Well Logging

Well logging merupakan perekaman yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari suatu formasi batuan yang diperoleh melalui pengukuran pada sumur bor (Ellis & Singer, 2008). Kegiatan yang dilakukan untuk mendapatkan data *log* disebut *logging*. Data yang dihasilkan dari *well logging* disebut sebagai *well log*. Berdasarkan proses kerjanya, *logging* dibagi menjadi dua jenis yaitu *logging while drilling* dan *wireline logging* (Ellis & Singer, 2008). Pada *logging while drilling*, *logging* dapat dilakukan bersamaan dengan aktivitas pemboran, *logging* jenis ini tidak menggunakan kabel untuk mentransmisikan data. *Wireline logging* dilakukan ketika pemboran telah berhenti dan kabel digunakan sebagai alat untuk mentransmisikan data.

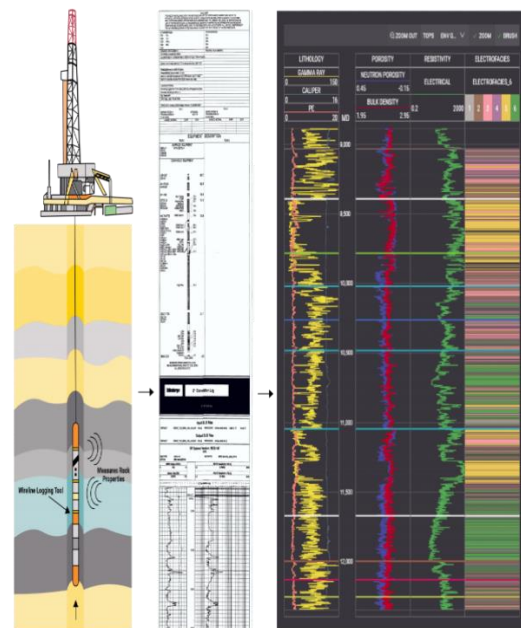
2.2.1 Logging While Drilling

Logging While Drilling (LWD) merupakan suatu metode pengambilan data bawah permukaan dimana *logging* dilakukan bersamaan dengan pemboran (Harsono, 1997). Hal ini dikarenakan alat *logging* yang digunakan ditempatkan di dalam *drill collar*. Pada LWD, pengukuran dilakukan secara *real time* oleh *measurement while drilling* (Harsono, 1997). Alat LWD terdiri dari tiga bagian yaitu, sensor *logging* dibawah lubang bor, sebuah sistem transmisi data, dan sebuah penghubung permukaan. Secara umum, *log* LWD dapat digunakan sama baiknya dengan *log wireline logging* dan dapat diinterpretasikan dengan cara yang sama pula (Darling, 2005). Meskipun demikian, karakteristik kualitas dan pembacaan data kedua *log* tersebut sedikit berbeda.

2.2.2 Wireline Logging

Well Logging adalah suatu grafik kedalaman (bisa juga waktu), dari satu set data yang menunjukkan parameter yang diukur secara berkesinambungan di dalam sebuah lubang sumur bor (Harsono, 1997). Pada *wireline logging*, hasil pengukuran bawah permukaan akan dikirim ke permukaan melalui kabel (*wire*). Dalam menjalankan *wireline logging*, lubang bor harus dibersihkan dan distabilkan terlebih dahulu sebelum peralatan *logging* dipasang (Bateman, 1985). Hal yang pertama kali dilakukan adalah mengulurkan kabel ke dalam lubang sumur bor sampai kedalaman maksimum lubang bor tersebut (Bateman, 1985). Sebagian besar *log*

bekerja ketika kabel tersebut ditarik dari bawah sampai ke atas permukaan lubang bor. Kabel tersebut berfungsi sebagai transmiter data, sekaligus sebagai penjaga agar alat *logging* berada pada posisi yang diinginkan (Bateman, 1985). Bagian luar kabel terdiri atas *galvanized steel* sedangkan bagian dalamnya diisi oleh konduktor listrik (Ellis & Singer, 2008). Kabel tersebut digulung dengan menggunakan *motorized drum* yang digerakkan secara manual selama *logging* berlangsung (Ellis & Singer, 2008). *Well logging* menggunakan *wireline* dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut:



Gambar 2.2 Wireline logging (Enverus, 2021)

2.3 Open Hole Logging

Evaluasi formasi pertama kali dilakukan dari interpretasi *logging* setelah sumur selesai dilakukan pemboran sebelum dipasang *casing* (*open hole*). Tahapan awal evaluasi yaitu untuk interpretasi petrofisika batuan serta dapat juga digunakan untuk mendeteksi zona yang mengandung minyak atau tidak.

2.3.1 Log Lithologi

Log lithologi terdiri dari *log Spontaneous Potensial* (SP) dan *log Gamma Ray* (GR). Melalui *log* SP dan GR dapat didefinisikan *lithologi* dari formasi batuan (*permeable* atau *impermeable*), dan juga dapat menghitung kandungan *clay* di dalam batuan formasi disetiap kedalaman.

2.3.1.1 Log Spontaneous Potential

Log Spontaneous Potensial (SP) adalah rekaman selisih potensial antara sebuah *electrode* yang ditempatkan di permukaan tanah dengan suatu *electrode* yang mobile di dalam lubang sumur (Doll, 1948). Pada lapisan serpih, kurva SP umumnya berupa garis lurus yang disebut garis dasar serpih, sedangkan pada formasi *permeabel* kurva SP menyimpang dari garis dasar serpih dan mencapai garis konstan pada lapisan *permeabel* yang cukup tebal yaitu garis pasir. Penyimpangan *log spontaneous potensial* dapat ke kiri atau ke kanan tergantung pada kadar garam air formasi dan filtrasi lumpur (Rider, 2002).

2.3.1.2 Log Gamma Ray (GR)

Log Gamma Ray (GR) merupakan *log* yang menunjukkan besarnya intensitas radioaktif yang ada pada formasi. Sesuai dengan namanya, *log gamma ray* merespon radiasi *gamma* alami pada suatu formasi batuan (Ellis & Singer, 2008). Pada formasi batuan sedimen, *log* ini biasanya mencerminkan kandungan unsur radioaktif di dalam formasi. Hal ini dikarenakan elemen radioaktif cenderung untuk terkonsentrasi di dalam lempung dan serpih. Formasi bersih biasanya mempunyai tingkat radioaktif yang sangat rendah, kecuali apabila formasi tersebut terkena kontaminasi radioaktif misalnya dari debu vulkanik atau granit (Schlumberger, 1989)

2.3.2 Log Resistivity

Log resistivity adalah rekaman tahanan jenis formasi ketika dilewati oleh kuat arus listrik, dinyatakan dalam ohm meter (Schlumberger, 1989). *Resistivity* ini mencerminkan batuan dan fluida yang terkandung di dalam pori - porinya. *Reservoir* yang berisi hidrokarbon akan mempunyai tahanan jenis lebih tinggi (lebih dari 10 ohm meter), sedangkan apabila terisi oleh air formasi yang mempunyai salinitas tinggi maka harga tahanan jenisnya hanya beberapa ohm meter (Schlumberger, 1989). Suatu formasi yang porositasnya sangat kecil (*tight*) juga akan menghasilkan tahanan jenis yang sangat tinggi karena tidak mengandung fluida konduktif yang dapat menjadi konduktor alat listrik (Schlumberger, 1989).

2.3.3 Log Porosity

Log porosity bertujuan untuk mengukur porositas batuan formasi melalui pelepasan energi atau sinar radioaktif ke batuan formasi,

lalu dilihat kemampuan batuan tersebut dalam menghambat energi atau sinar yang dipancarkan. *Log porosity* terdiri dari *log density*, *neutron*, dan *sonic*.

2.3.3.1 Log Density

Log density merekam *bulk density* formasi batuan (Schlumberger, 1989). *Bulk density* merupakan densitas total dari batuan meliputi matriks padat dan fluida yang mengisi pori. Secara geologi, *bulk density* merupakan fungsi dari densitas mineral yang membentuk batuan tersebut dan volume fluida bebas yang menyertainya (Rider, 1996). Sebagai contoh, batupasir tanpa porositas mempunyai *bulk density* 2,65g/cm³, densitasnya murni berasal dari kuarsa. Apabila porositasnya 10%, *bulk density* batupasir tersebut tinggal 2,49g/cm³, hasil rata - rata dari 90% butir kuarsa (densitasnya 2,65g/cm³) dan 10% air (densitasnya 1,0g/cm³) (Rider, 1996).

2.3.3.2 Log Neutron

Log Neutron digunakan untuk mendeliniasi formasi yang porous dan mendeterminasi porositasnya (Schlumberger, 1989). *Log* ini mendeteksi keberadaan hidrogen di dalam formasi. Jadi pada formasi bersih dimana pori - pori telah terisi oleh air atau minyak, *log neutron* merefleksikan porositas yang terisi oleh fluida (Schlumberger, 1989). Zona gas juga dapat diidentifikasi dengan membandingkan hasil pengukuran *log neutron* dengan *log* porositas lainnya atau analisis *core* (Schlumberger, 1989). Kombinasi *log neutron* dengan satu atau lebih *log* porositas lainnya dapat menghasilkan nilai porositas dan identifikasi *lithologi* yang lebih akurat dibandingkan dengan evaluasi kandungan serpih (Schlumberger, 1989).

2.3.3.3. Log Sonic

Log sonic merupakan *log* akustik yang dapat juga berfungsi dalam penentuan besarnya harga porositas dari batuan. Pada *log* ini terdapat transmiter yang mengirimkan gelombang suara ke dalam formasi yang diterima oleh penerima yang terdapat dalam *log* ini. Waktu yang diperlukan gelombang suara setelah mencapai formasi untuk kembali terdeteksi oleh penerima dinamakan waktu transit. Makin lama waktu tempuhnya maka porositas batumannya tinggi (batuan tidak kompak) dan sebaliknya (Norman & Edward, 1990). Alat *sonic* yang sering dipakai pada saat ini adalah BHC (*Borehole*

Compensated Sonic Tool), dimana alat ini sangat kecil dipengaruhi oleh perubahan - perubahan lubang bor maupun posisi alat sewaktu pengukuran dilakukan.

2.4. Interpretasi Kualitatif

Interpretasi secara kualitatif bertujuan untuk identifikasi lapisan batuan cadangan, lapisan hidrokarbon, serta perkiraan jenis hidrokarbon. Untuk suatu interpretasi yang baik, maka harus dilakukan dengan menggabungkan beberapa *log*. Untuk mengidentifikasi *lithologi*, maka dapat dilakukan interpretasi dari *log GR* atau *log SP*. Apabila defleksi kurva GRnya ke kiri atau minimum, kemungkinan *lithologi* batuan menunjukkan batu pasir, batu gamping atau batu bara, sedangkan untuk *lithologi shale* atau *organic shale*, maka defleksi kurva GRnya ke kanan atau maksimum. Batu gamping mempunyai porositas yang kecil, sehingga pembacaan densitas batuannya besar, dan harga porositasnya kecil, sedangkan untuk *lithologi* batu bara menunjukkan pembacaan sebaliknya.

2.5. Interpretasi Kuantitatif

Interpretasi data *wireline log* secara kuantitatif dengan menggunakan rumus perhitungan. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan porositas batuan, permeabilitas batuan, saturasi hidrokarbon maupun kandungan *shale* dalam *reservoir* Parameter yang dihitung dalam analisis ini berupa volume *shale*, porositas (\emptyset), saturasi air (S_w), permeabilitas (K).

2.5.1. Perhitungan Volume Shale

Perhitungan lapisan yang mempunyai sisipan berupa *shale* maupun serpih menggunakan persamaan volume *shale* dapat diperoleh dari *log gamma ray*, *log SP* dan *log neutron*

2.5.2. Perhitungan Porositas

Porositas suatu medium adalah bagian dari volume batuan yang tidak terisi oleh benda padat (Harsono, 1997). Ada beberapa macam porositas batuan:

1. Porositas total merupakan perbandingan antara ruang kosong total yang tidak terisi oleh benda padat yang ada diantara elemen - elemen mineral dari batuan dengan volume total batuan.
2. Porositas efektif merupakan perbandingan volume pori - pori yang saling berhubungan dengan volume total batuan. Porositas

efektif bisa jauh lebih kecil dibandingkan dengan porositas total jika pori -porinya tidak saling berhubungan.

2.5.3. Penentuan Resistivity Water (R_w)

Determinasi harga R_w dapat ditentukan dengan berbagai metode diantaranya dengan menggunakan metode *crossplot resistivity - neutron*, *resistivity - sonic* dan *resistivity - density*. Harga R_w juga dapat dihitung dengan menggunakan rumus SSP (statik S_p) dan rumus Archie, serta dari percobaan di laboratorium. Rumus SSP dipakai jika terdapat lapisan mengandung air (*water-bearing*) cukup tebal dan bersih, serta defleksi kurva SP yang baik.

2.5.4 Perhitungan Saturasi Air (S_w)

Saturasi atau kejenuhan air formasi adalah rasio dari volume pori yang terisi oleh air dengan volume porositas total (Adi Harsono, 1997). Tujuan menentukan saturasi air adalah untuk menentukan zona yang mengandung hidrokarbon, jika air merupakan satu - satunya fluida yang terkandung dalam pori-pori batuan, maka nilai $S_w = 1$, tetapi apabila pori - pori batuan mengandung fluida hidrokarbon maka nilai $S_w < 1$. Archie menyusun persamaannya, yang kemudian kita kenal dengan Archie formula. Perhitungan besarnya saturasi air (S_w) metode Archie dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana :

- S_w : Saturasi air formasi
- R_w : Resistivity air formasi, ohm-m
- R_t : Resistivity fluida ohm-m
- \emptyset : Porositas
- n : Saturation exponent
- m : Cementation exponent
- a : Tortuosity factor

2.6. Cased Hole Logging

Cased hole logging merupakan kegiatan *logging* yang dilakukan pada sumur/lubang bor yang sudah dilakukan pemasangan casing ketika lubang telah di casing dan kabel kompleks dijalankan untuk sumur. Umumnya, evaluasi *log cased hole* merupakan evaluasi dalam menentukan saturasi dari formasi. Saturasi monitoring melalui casing ini biasanya dilakukan

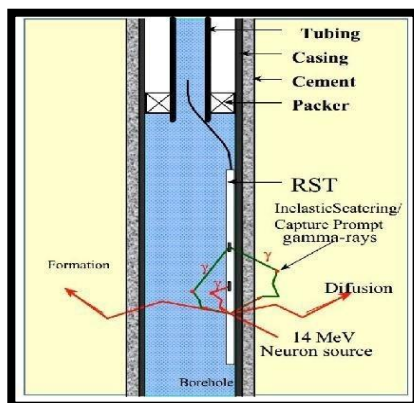
dengan dua cara. Cara pertama yaitu, *pulsed - neutron capture*, menghitung pengurangan populasi *thermal neutron*. Kedua yaitu, *inelastic gamma ray spectroscopy*, menentukan nilai relatif *carbon* dan oksigen dalam formasi (Elshahwi, 2001). Peralatan yang digunakan dalam evaluasi *log cased hole* ini menggunakan jenis rangkaian kombinasi *pulsed - neutron logging*. Alat ini juga biasa disebut dengan *Thermal Decay Time log (TDT log)* dan *Reservoir Saturation Tool (RST)*

2.6.1 Thermal Decay Time log

Thermal Decay Time log (TDT log) merupakan *log* yang merekam jumlah respon *neutron* kembali akibat penembakan dari sumber *neutron* terhadap formasi (Crain, 1999). Besarnya elektron penembakan dapat mencapai 14 MeV (Mega elektron volt). *Log* ini biasa disebut *pulsa neutron* atau *log waktu peluruhan neutron*. *Thermal decay time* atau waktu paruh merupakan waktu untuk sejumlah *neutron* meluruh sampai 1/e atau hingga mencapai 37% dari jumlah asalnya. Waktu paruh *neutron* adalah waktu yang dibutuhkan agar awan *neutron* meluruh sampai setengah dari konsentrasinya. Parameter waktu paruh ini di peralatan dari perusahaan Schlumberger disebut “TAU”. (Tanjung, 2016)

2.6.2 Reservoir Saturation Tool (RST) Log

Reservoir Saturation Tool (RST) merupakan peralatan *logging* untuk penentuan saturasi fluida (Crain, 1999). *RST log* ini merupakan pengembangan dari *Thermal Neutron Decay Time (TDT) log* dapat dilakukan secara *open hole* atau *cased hole*. *Log* ini memanfaatkan *pulsa neutron* seperti dilihat pada Gambar 2.3 sebagai berikut:



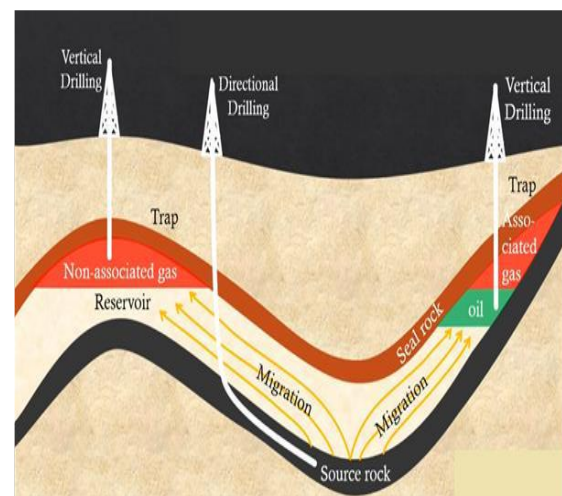
Gambar 2.3 Ilustrasi pengukuran *reservoir saturation tool log* (Tanjung, 2016)

Cara kerja dari *Reservoir Saturation Tool (RST) log* yaitu sebagai berikut :

1. *RST log* menghasilkan *neutron* yang dilepas ke dalam lubang sumur.
2. *Neutron* berinteraksi dengan peralatan *logging*, lubang sumur, dan formasi.
3. Interaksi dari *neutron* pada inti atom yang dituju menyebabkan terpancarnya *gamma ray* dan terukur pada *detector*.
4. Komputasi saturasi kemudian dilakukan oleh *main unit* dan menghasilkan satuan berupa jumlah *neutron* tertangkap c.u. (*capture unit*) dan persentase (%) karbon dan oksigen.

2.7 Total Organic Carbon (TOC)

Total Organic Carbon (TOC) merupakan berat rata - rata material organik dalam 100 gram batuan (Laksono dkk, 2020). *Total Organic Carbon (TOC)* adalah ukuran kekayaan organik yang menggambarkan jumlah bahan organik dalam batuan induk yang terdiri dari bitumen dan kerogen. Batuan induk (*source rock*) merupakan batuan karbonat yang berasal dari material organik yang terendapkan oleh batuan sedimen. *TOC* biasanya banyak terdapat pada lapisan *shale* dan *limemudstone* yang secara signifikan mengandung material organik sebagai batuan induk atau tempat terbentuknya hidrokarbon. Material organik yang terdapat di dalam batuan mengandung 90% kerogen dan 10% bitumen (Hunt, 1979). *TOC* diwakili oleh persen berat bahan organik relatif terhadap berat total batuan. *Total Organic Carbon (TOC)* pada batuan *source rock* dapat dilihat pada Gambar 2.7 sebagai berikut :

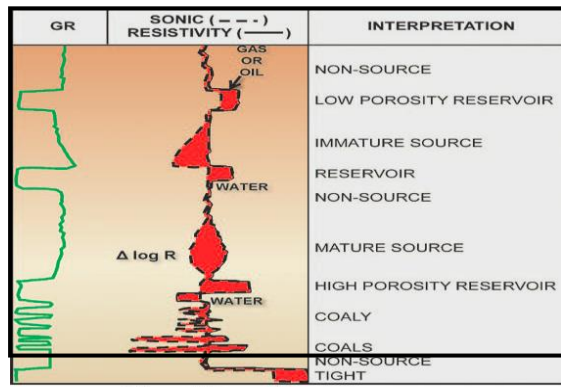


Gambar 2.7 Elemen *petroleum system* (Ginger & Fielding, 2005).

Secara umum, batuan induk diklasifikasikan kualitas buruk jika nilai TOC kurang dari 0,5%, sedang jika nilai TOC berada di antara 0,5% - 1%, baik jika nilai TOC berkisar antara 1% - 2%, dan sangat baik jika nilai TOC berkisar 2% - 4%, *excellent* jika lebih dari 4% (Peters & Cassa, 1994).

2.7.1 Teknik Delta Log R Metode Passey

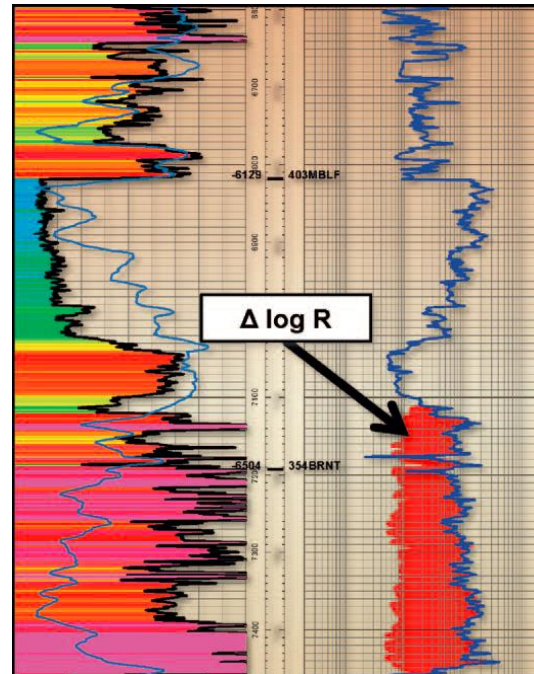
Passey dkk. (1990) mengembangkan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghitung %TOC dalam organik batuan yang diperkaya materi. Metode ini melibatkan *overlay log* porositas yang diskalakan dengan benar pada kurva resistensi yang dalam. *Log sonic* biasanya digunakan sebagai indikator porositas. *Log* skematis yang menunjukkan *overlay resistivity sonic* dalam berbagai situasi dapat dilihat pada Gambar 2.8 sebagai berikut:



Gambar 2.8 Log skematis yang menunjukkan *overlay resistivity sonic* dalam berbagai situasi (Crain, 2010).

Charsky dan Herron, 2013. Passey dkk. (1990) juga memperingatkan bahwa anomali *log resistivity* pemisahan tidak dikaitkan dengan sumber interval batuan umumnya dapat menjadi hasil dari *reservoir* hidrokarbon, sedimen yang tidak terpadatkan, kondisi lubang bor yang buruk, interval porositas rendah, batuan evaporasi atau vulkanik. Penggunaan semua *log wireline* lainnya ditekankan untuk mendeteksi berbagai sifat *lithologi*. Analisis visual untuk kandungan organik didasarkan pada teknik *overlay porosity - resistivity*, yang banyak digunakan untuk menemukan kemungkinan keberadaan hidrokarbon dalam analisis *log* konvensional. Dengan memperluas metode ke zona radioaktif daripada zona yang relatif bersih, serpih kaya organik (batuan sumber potensial, serpih gas, serpih minyak) dapat diidentifikasi. Biasanya *log sonic*

digunakan sebagai indikator porositas tetapi *log neutron* atau densitas juga dapat digunakan (Crain, 2010). *Sonic resistivity overlay* menunjukkan *crossover* dapat dilihat pada Gambar 2.9 sebagai berikut :



Gambar 2.9 *Sonic resistivity overlay* menunjukkan *crossover* (Crain, 2010)

Penentuan $\Delta \text{Log R}$ metode Passey, dapat dilihat melalui persamaan berikut:

$$\Delta \text{Log R}_{Sonic} : \log (R/R_{baseline}) + 0,02 \times (\Delta t - \Delta t_{baseline})$$

$$\Delta \text{Log R}_{Neutron} : \log (R/R_{baseline}) + 4,00 \times (\phi_N - \phi_N_{baseline})$$

$$\Delta \text{Log R}_{Density} : \log (R/R_{baseline}) - 2,50 \times (\rho_b - \rho_b_{baseline})$$

$$TOC : \Delta \text{Log R} * 10^{(2,297 - 0,1688 * LOM)}$$

Dimana :

TOC : Total Organic Carbon (wt%)

LOM : Level Of Maturity

Log R : Kurva separasi pada *overlay log density/neutron/resistivity*

R : Resistivity yang terukur alat logging (ohm-m)

T : Pengukuran waktu transit (μsec/ft)

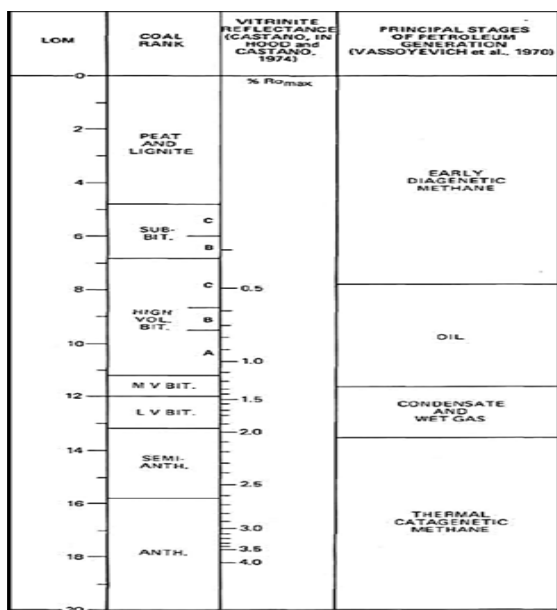
N : Pengukuran density (gr/cc)

Φ : Pengukuran neutron porosity (%)

R baseline : Nilai resistivity yang sama dengan T baseline/ N baseline/ Φ baseline

2.7.2 Thermal Maturity

Level of Organic Maturity (LOM) adalah skala yang menggambarkan derajat metamorfisme termal bahan organik dengan penguburan dan didasarkan pada peringkat batubara (Hood et al, 1975). Suhu mengontrol konversi kerogen menjadi molekul hidrokarbon. Efek dari metamorfisme organik adalah perubahan sifat fisik dan kimia kerogen (Hood et al. 1975). Batuan induk disebut matang (*mature*) apabila memiliki nilai LOM 7 hingga LOM 12. Jika kurang dari LOM 7 maka dapat disebut bahwa batuan induk tersebut belum matang (*imature*), dan jika memiliki nilai LOM lebih dari 12 maka dapat disebut batuan tersebut terlalu matang (*over mature*) (Karlina, Santosa, 2016). Faktor utama yang menentukan apakah suatu batuan induk dapat menghasilkan hidrokarbon adalah kematangan termal (Shiri et al., 2013). *Reflektansi vitrinit* (% Ro) adalah yang paling umum digunakan untuk indikator kematangan bahan organik pada batuan sedimen. *Vitrinit* adalah maseral batubara ditemukan di batubara humat, sebagai inklusi batubara di serpih dan sebagian besar tersebar di batuan sedimen. *Reflektansi vitrinit* dievaluasi dengan pengukuran cahaya yang dipantulkan dari partikel *vitrinit* dalam batuan sedimen. Itu lebih banyak cahaya yang dipantulkan menunjukkan sampel batuan induk yang lebih matang (Hood et al, 1975; Berch, 2013). Hubungan antara LOM dan nilai *vitrinite reflectance* (Hood et al, 1975) dapat dilihat pada Gambar 2.10 sebagai berikut:

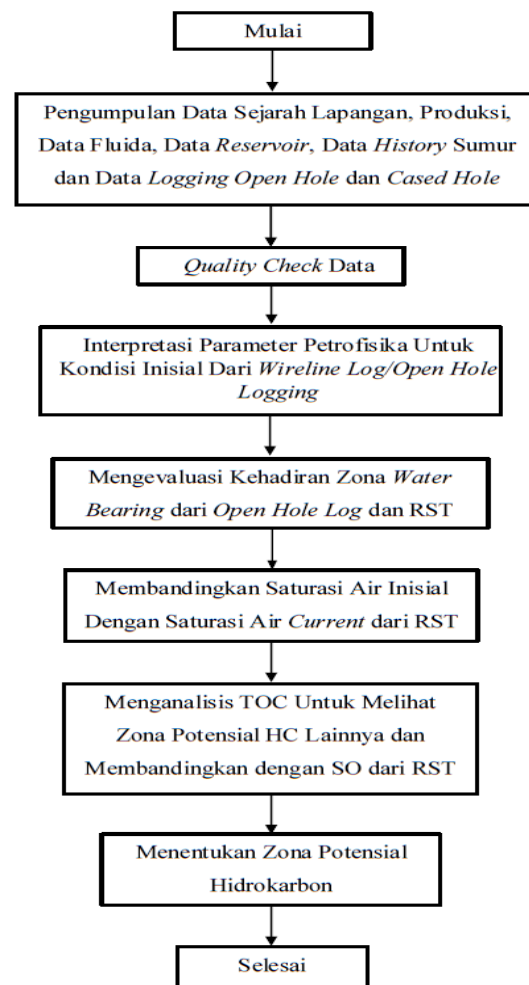


Gambar 2.10 Skala penentuan LOM. (Hood et al, 1975).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

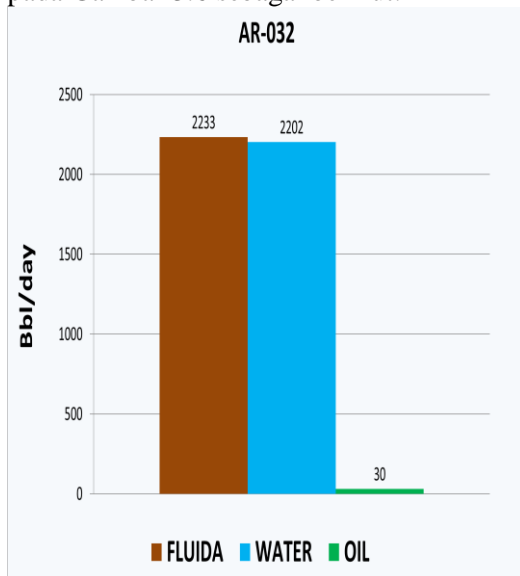
Data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh dari data lapangan berupa data sejarah lapangan, produksi, data fluida, data *reservoir*, data *history* sumur dan data *logging open hole* dan *cased hole*. Sedangkan data sekunder yang bersumber dari buku, jurnal, dan prosiding yang sesuai dengan topik penelitian juga digunakan guna membantu dalam menyelesaikan penelitian. Lapangan “Y” pada struktur lapisan “X” memiliki beberapa sumur yang sudah berproduksi yang saat ini dijadikan sebagai pengamatan yaitu sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-37. Penelitian diawali dari pengumpulan data lapangan sampai interpretasi lapisan *reservoir* berdasarkan analisis petrofisika untuk menentukan zona potensial hidrokarbon. Proses penelitian (*flow chart*) yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Flow chart penelitian

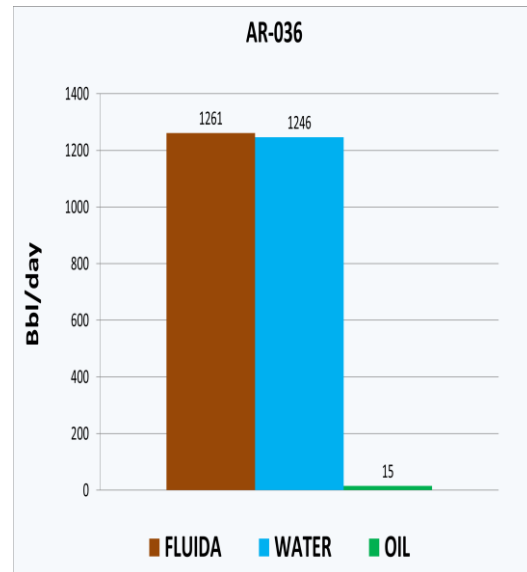
3.2 Data Produksi

Pada sumur AR-32 zona yang masih berproduksi berada pada lapisan “V” dengan interval kedalaman 3523 - 3532 ft. Data history produksi (status data produksi bulan April tahun 2016) menunjukkan tingginya produksi air (high water cut) sebesar 98,6 % dengan produksi rata - rata fluida sebesar 2.233 bbl/day, produksi minyak rata - rata sebesar 30 bbl/day dan produksi air rata - rata sebesar 2.202 bbl/day. Grafik data produksi harian sumur AR-32 dapat dilihat pada Gambar 3.6 sebagai berikut:



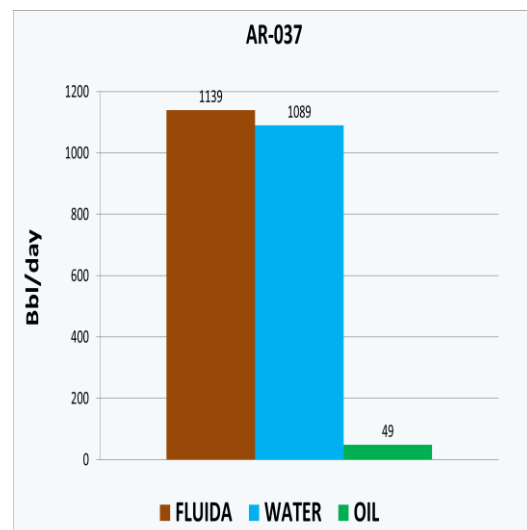
Gambar 3.6 Grafik data produksi harian sumur AR-32

Pada sumur AR-36 zona yang masih berproduksi berada pada lapisan lapisan “N” pada interval kedalaman 2418 - 2422 ft dan lapisan “O” pada interval kedalaman 2478 - 2482 ft. Data history produksi (status data produksi bulan April tahun 2016) menunjukkan tingginya produksi air (high water cut) sebesar 98,8 % dengan produksi rata - rata fluida sebesar 1.261 bbl/day, produksi minyak rata - rata sebesar 15 bbl/day dan produksi air rata - rata sebesar 1.246 bbl/day. Grafik data produksi harian sumur AR-36 dapat dilihat pada Gambar 3.7 sebagai berikut:



Gambar 3.7 Grafik data produksi harian sumur AR-36

Pada sumur AR-37 zona yang masih berproduksi berada pada lapisan “V” pada interval kedalaman 3142 - 3154 ft. Data history produksi (status data produksi bulan April tahun 2016) menunjukkan tingginya produksi air (high water cut) sebesar 95,6 % dengan produksi rata - rata fluida sebesar 1.139 bbl/day, produksi minyak rata - rata sebesar 49 bbl/day dan produksi air rata - rata sebesar 1.089 bbl/day. Grafik data produksi harian sumur AR-36 dapat dilihat pada Gambar 3.8 sebagai berikut:



Gambar 3.8 Grafik data produksi harian sumur AR-37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada tiga sumur yaitu, Sumur AR-32, AR-36 dan AR-37 pada lapangan “Y” berdasarkan kondisi lapangan yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Tahapan awal yang pertama kali dilakukan adalah melakukan evaluasi ulang kondisi formasi berdasarkan analisa petrofisika yang didasarkan pada data *wireline log* dengan menggunakan kombinasi *wireline log* yang digunakan sebelum lubang sumur di pasang *casing* (*open hole*). Evaluasi formasi dengan menggunakan *wireline log* saat *open hole* digunakan untuk mengetahui kondisi inisial sumuran. Sedangkan analisis karakteristik *reservoir* didasarkan pada pengukuran *Reservoir Saturation Tools* (RST) *log*. Hasil dari analisis kedua metode pengukuran tersebut, nantinya akan dibandingkan antara kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) dengan kondisi setelah berproduksi (dari analisis *log RST*) sehingga hasil analisis keduanya akan digunakan untuk melihat zona potensial lainnya (selain interval yang sudah diproduksi). Data hasil pengukuran *well log* di *running* menggunakan *software Interactive petrophysics* (IP).

4.1 Analisis Petrofisika Dari Data *Wireline Open Hole Log*

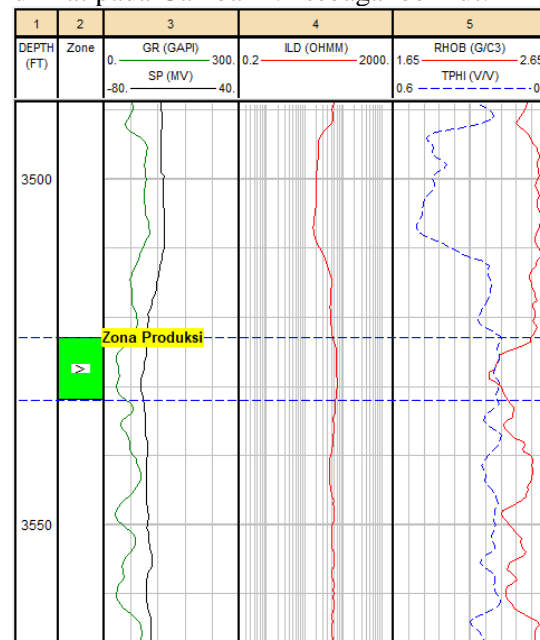
Analisis formasi dilakukan pada masing - masing sumur untuk mengetahui kondisi inisial sumuran dengan menggunakan data *wireline log*. Pada sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-36 data *wireline log* saat *open hole* kemudian evaluasi menggunakan *Software Interactive Petrophysics* (IP) untuk dilakukan analisis ulang formasi. Data *log* sumur yang digunakan berupa set data *triple combo* konvensional sebagai data utama yang dipercaya mengukur sifat fisik batuan yang terukur bawah permukaan.

4.1.1 Zonasi *Lithologi*

Evaluasi *lithologi* dilakukan pada sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-36 melalui identifikasi *log gamma ray* yang bertujuan untuk membedakan lapisan *permeabel* atau *in-permeabel*. *Log density* dan *log neutron* dapat digunakan untuk menghitung porositas lapisan masing-

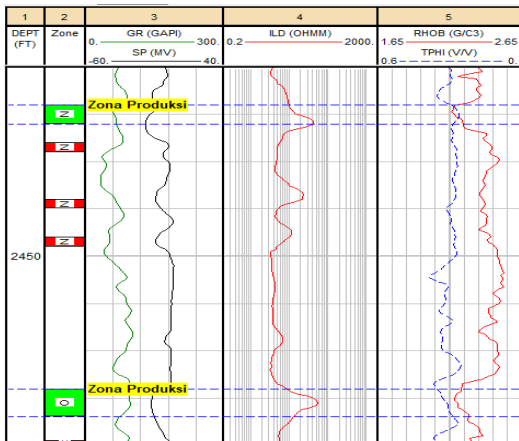
masing batuan, dan *log resistivity* digunakan untuk mencari *saturasi air* lapisan batuan. Dengan melakukan analisis petrofisika pada formasi dapat diketahui struktur bawah permukaan serta zona yang memiliki potensi hidrokarbon dari lapangan produksi. Setelah analisis bawah permukaan dilakukan, pada masing - masing lapisan dilakukan evaluasi pada zona yang masih aktif serta zona yang sudah tidak berproduksi lagi.

Pada sumur AR-32 dilakukan evaluasi *lithologi* terhadap zona yang sebelumnya sudah pernah diproduksi dan zona yang saat ini masih aktif. Pada sumur AR-32 zona yang masih berproduksi berada pada lapisan “V” dengan interval kedalaman 3523-3532 ft. Plot *triple combo* sumur AR-32 dapat dilihat pada Gambar 4.1 sebagai berikut:



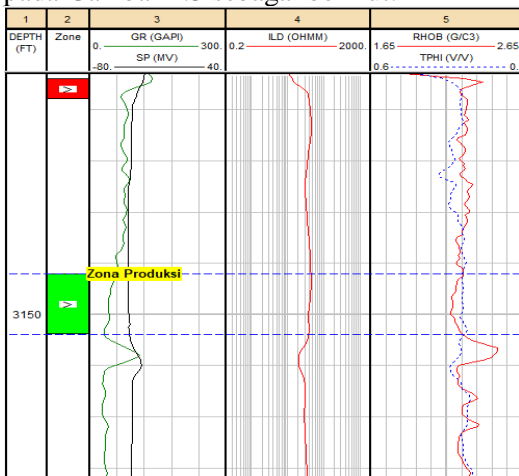
Gambar 4.1 Plot kurva *log triple combo* sumur AR-32

Pada sumur AR-36 dilakukan evaluasi *lithologi* terhadap zona yang sebelumnya sudah pernah diproduksi dan zona yang saat ini masih aktif. Pada sumur AR-36 zona yang masih berproduksi berada di lapisan “N” pada interval kedalaman 2418 - 2422 ft dan lapisan “O” pada interval kedalaman 2478 - 2482 ft. Plot *triple combo* sumur AR-36 ditunjukkan pada Gambar 4.2 sebagai berikut:



Gambar 4.2 Plot kurva *log triple combo* sumur AR-36

Pada sumur AR-37 dilakukan evaluasi *lithologi* terhadap zona yang sebelumnya sudah pernah diproduksi dan zona yang saat ini masih aktif. Pada sumur AR-36 zona yang masih berproduksi berada di lapisan “V” pada interval kedalaman 3142 - 3154 ft. Plot *triple combo* sumur AR-36 ditunjukkan pada Gambar 4.3 sebagai berikut:

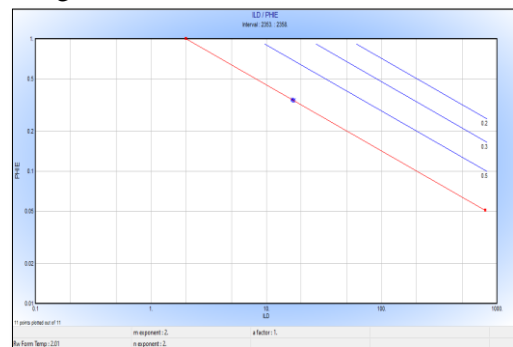


Gambar 4.3 Plot kurva *log triple combo* sumur AR-37

4.1.2 Menentukan nilai Sw dengan menggunakan Rw metode *Picket Plot*.

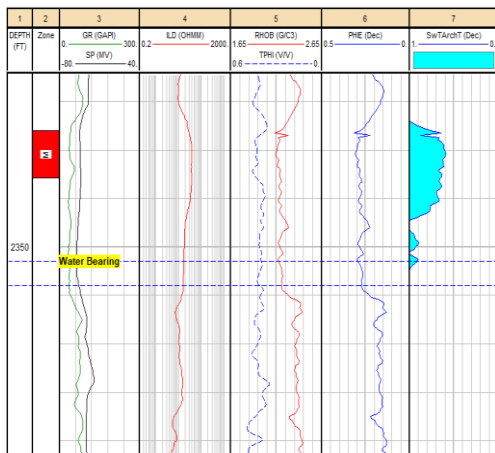
Saturasi air merupakan fraksi (*persentase*) volume pori dari batuan *reservoir* yang terisi oleh air. Selama ini terdapat asumsi umum bahwa volume pori yang tidak terisi oleh air berarti terisi oleh hidrokarbon pada formasi. Jika air merupakan satu - satunya fluida yang terkandung dalam pori-pori batuan, maka nilai $Sw = 1$, tetapi apabila pori-pori batuan mengandung fluida hidrokarbon maka nilai $Sw < 1$. Secara analisis kualitatif perubahan

resistivity yang tinggi dapat diindikasikan zona hidrokarbon. Jika *resistivity* mengalami penurunan maka dapat diindikasikan zona air, karena nilai *resistivity* tidak jauh berbeda dengan nilai *resistivity* yang berada pada zona *shale*. Ketika pada *log resistivity* menunjukkan nilai yang kecil, maka dapat diindikasikan sebagai *reservoir* dengan *water bearing*. Sehingga untuk mencari nilai *resistivity water* (R_w) formasi, perlu menentukan zona *water bearing*. Dalam penelitian ini untuk menghitung berapa besar nilai saturasi air (Sw) pada formasi saat kondisi inisial maka digunakan metode persamaan Archie, dimana telah di jelaskan sebelumnya bahwa ada beberapa metode yang digunakan dalam perhitungan saturasi air (Sw). Sebelum melakukan perhitungan saturasi air (Sw), terlebih dahulu mencari *resistivity water* (R_w) pada zona 100% air. Nilai R_w didapatkan dengan mencari lapisan *reservoir* yang terisi penuh dengan air ($Sw = 1$). Sehingga dengan menganggap nilai $a = 1$, $m = 2$, $n = 2$. Determinasi harga R_w dapat ditentukan dengan berbagai metode. Dalam penelitian ini metode yang digunakan untuk menentukan nilai R_w formasi dengan menggunakan metode *picket plot*. Sumur AR-32 digunakan untuk mendapatkan nilai *resistivity water* (R_w). Berdasarkan analisa kualitatif ditemukan indikasi zona *water bearing* pada interval kedalaman 2353 - 2358 ft. Kemudian nilai *true resistivity* (R_t) didapat dari pembacaan *log deep resistivity* dimana untuk sumur AR-32 jenis *log deep resistivity* yang digunakan adalah ILD. Nilai *water resistivity* (R_w) didapat dengan menggunakan pembacaan *picket plot*. Hasil penentuan nilai R_w berdasarkan metode *picket plot* dapat dilihat pada Gambar 4.4 sebagai berikut:



Gambar 4.4 Nilai R_w menggunakan metode *picket plot* sumur AR-32

Nilai *resistivity water* (R_w) yang didapat dari metode *picket plot* pada sumur AR-32 dengan interval kedalaman 2353 - 2358 ft adalah sebesar ($R_w = 2.01 \text{ Ohm}$). Nilai *resistivity water* (R_w) yang telah didapatkan dari *picket plot*, kemudian digunakan untuk menghitung saturasi air (S_w) pada sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-36. Saturasi air pada masing - masing sumur diperlukan untuk mengetahui kondisi inisial sumur sebelum diproduksi. Nilai R_w kemudian di *running* menggunakan *Software Interactive Petrophysics* (IP) untuk mendapatkan nilai saturasi air dengan menggunakan persamaan Archie. Pada sumur AR-32 dengan interval kedalaman 2353 - 2358 ft yang diindikasikan sebagai *zona water bearing*, hasil analisis *Software Interactive Petrophysics* (IP) menunjukkan saturasi air bernilai ($S_w = 1$) yang berarti zona tersebut dijenuhi 100% air (*water bearing zone*). *Zona water bearing* dapat dilihat pada Gambar 4.5 sebagai berikut :



Gambar 4.5 Zona *water bearing* sumur AR-32

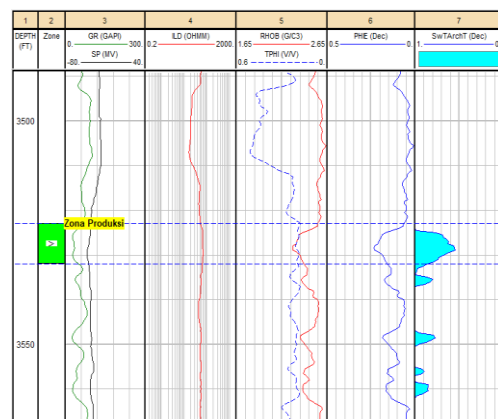
4.1.3 Analisis Saturasi Air (S_w) Dari Data *Wireline Log* Pada Zona Produksi

Saturasi air (S_w) merupakan salah satu parameter fisik batuan yang sangat penting dalam menentukan kelayakan sumur minyak untuk diproduksi. Mendeterminasi saturasi air dan hidrokarbon merupakan salah satu tujuan dasar dari *well logging* (Sugiarto, dkk, 2013). Pada perhitungan dari nilai harga saturasi air banyak cara yang dilakukan dalam memperoleh nilai saturasi air. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan menganalisa dari hasil interpretasi *logging*. Penentuan untuk mendapatkan nilai saturasi air sangat penting salah satunya yaitu, dalam perhitungan cadangan

hidrokarbon. Pada penelitian ini, penentuan saturasi air (S_w) menggunakan persamaan yang dikembangkan oleh Archie

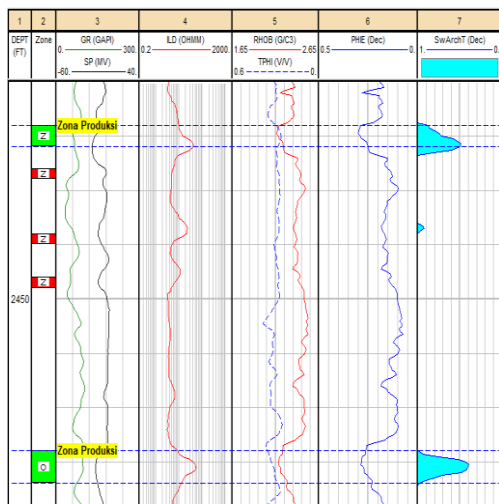
Pada analisis nilai saturasi air (S_w) pada sumur AR-32 yang dihitung menggunakan metode Archie pada zona yang diindikasikan *water bearing*, menunjukkan nilai $S_w = 1$. Dari hasil perhitungan S_w Archie setelah di *running* menggunakan *Software Interactive Petrophysics* (IP) menggambarkan nilai saturasi air dapat mewakili kondisi formasi yang berada dibawah permukaan. Analisis saturasi air ini kemudian dilakukan pada zona yang saat ini masih aktif. Tujuan dari analisis saturasi air pada zona yang sedang berproduksi untuk mengetahui persentase air/minyak yang terkandung di dalam zona tersebut pada kondisi inisial sumur sebelum diproduksi. Analisis nilai saturasi air (S_w) kemudian dilakukan pada masing - masing sumur yaitu sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-36 dengan menggunakan persamaan Archie untuk mengetahui saturasi air saat kondisi inisial awal pada lapisan produksi dan pada setiap kedalaman

Pada analisis saturasi fluida sumur AR-32 lapisan "V" pada interval kedalaman 3523 - 3532 ft, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 42\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 58\%$). Berdasarkan analisis petrofisika pada zona produksi lapisan "V" berada pada interval kedalaman yang berdekatan dengan zona air pada kedalaman 3545 - 3565 ft. Zona air dapat menjadi faktor penyebab tingginya *water cut* yang ikut terproduksi. Hasil perhitungan S_w metode Archie pada lapisan "V" zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut:



Gambar 4.6 Hasil perhitungan S_w metode Archie lapisan "V" sumur AR-32

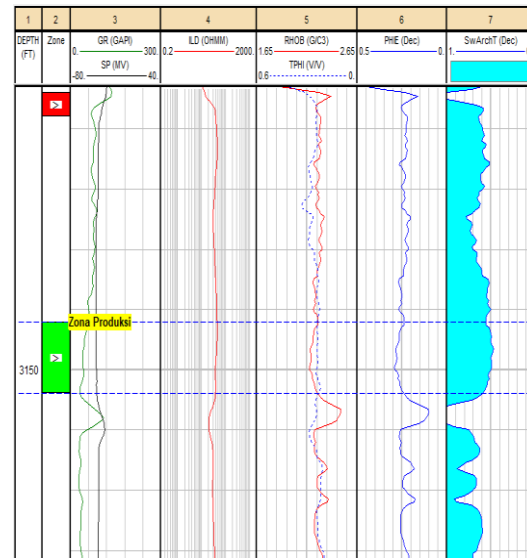
Pada analisis saturasi fluida sumur AR-36 lapisan “N” pada interval kedalaman 2418 - 2422 ft, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 63\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 37\%$). Berdasarkan analisis petrofisika pada zona produksi lapisan “N” berada pada interval kedalaman yang berdekatan dengan zona produksi yang sudah tidak aktif lagi di lapisan “N” dengan interval kedalaman 2426 - 2428 ft. Sedangkan pada lapisan “O” pada interval kedalaman 2478 - 2482 ft, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 40\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 60\%$). Berdasarkan analisis petrofisika pada zona produksi lapisan “O” pada interval kedalaman yang berdekatan dengan zona produksi yang sudah tidak aktif lagi di lapisan “O” dengan interval kedalaman 2489 - 2500 ft. Hasil perhitungan S_w metode Archie pada zona produksi lapisan “N” dan “O” dapat dilihat pada Gambar 4.7 sebagai berikut:



Gambar 4.7 Hasil perhitungan S_w metode Archie lapisan “N” & “O” sumur AR-36

Pada analisis saturasi fluida sumur AR-37 lapisan “V”, pada interval kedalaman 3142 - 3154 ft, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 35\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 65\%$). Berdasarkan analisis petrofisika pada zona produksi lapisan “V” berada pada interval kedalaman yang berdekatan dengan zona produksi yang sudah tidak aktif lagi di lapisan “V” dengan interval kedalaman 3104 - 3108 ft. Saturasi air pada zona yang sudah tidak aktif dapat menjadi faktor penyebab tingginya *water cut* yang ikut terproduksi. Hasil perhitungan S_w metode Archie pada zona produksi lapisan

“V” dapat dilihat pada Gambar 4.8 sebagai berikut:



Gambar 4.8 Hasil perhitungan S_w metode Archie lapisan “V” sumur AR-37

Hasil Analisis Saturasi Air (S_w) dari data *wireline log* pada zona produksi masing - masing sumur ditunjukkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil Analisis Saturasi Air (S_w) dari Data *Wireline Log*

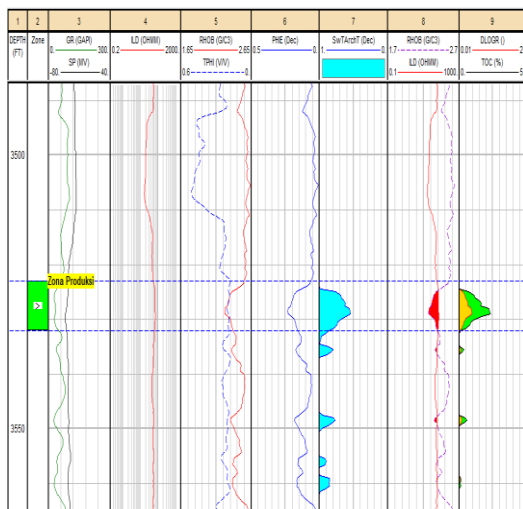
Sumur	Lapisan	Depth (ft)	S_w Archie (%)
AR-32	V	3523 - 3532	42
AR-36	N	2418 - 2422	63
	O	2478 - 2482	40
AR-37	V	3142 - 3154	35

4.2 Analisis Zona Produksi Berdasarkan *Total Organic Carbon* (TOC)

Analisis *Total Organic Carbon* (TOC) pada penelitian ini menggunakan tiga data sumur yaitu sumur AR-32, AR-36 dan AR-37 yang secara khusus dilakukan penelitian pada formasi “X”. Analisis *Total Organic Carbon* (TOC) dilakukan pada interval kedalaman masing - masing sumur produksi. Perhitungan TOC dilakukan untuk evaluasi zona yang memiliki kandungan hidrokarbon serta menganalisis kematangan batuan induk yang memiliki potensi hidrokarbon. Analisis visual untuk kandungan organik didasarkan pada teknik *overlay porosity - resistivity*, yang banyak digunakan untuk menemukan kemungkinan keberadaan hidrokarbon dalam analisis *log* konvensional (Crain, 2010). Dalam penelitian ini penentuan *Total Organic Carbon* (TOC) menggunakan metode Delta Log R yang dikembangkan oleh Passey et al. (1990).

Metode ini melibatkan *overlay log* porositas yang diskalakan dengan benar pada kurva resistensi yang dalam. *Log sonic* biasanya digunakan sebagai indikator porositas. Namun *log* kepadatan dapat diimplementasikan sebagai alternatif. *Log sonic* disejajarkan di atas kurva *resistivity* skala logaritmik, ini biasanya ditunjukkan di mana 50 sec/ft sama dengan 1 log dekade ohm-m tetapi juga dapat bervariasi. Hasilnya adalah *overlay sonic* dan kurva resistensi dalam serpih non-sumber. Unit serpih ini dicirikan oleh *low* pembacaan *resistivity* dan sangat tidak mungkin menjadi unit *shale* bantalan gas. Hasil evaluasi nantinya akan menunjukkan berapa banyak *Total Organic Carbon* (TOC) dari interpretasi data *well logging* yang digunakan sebelum lubang sumur di pasang *casing* (*open hole*). Interpretasi *Total Organic Carbon* (TOC) di evaluasi menggunakan *Software Interactive Petrophysics* (IP) untuk masing – masing sumur produksi serta pada semua interval kedalaman sumur.

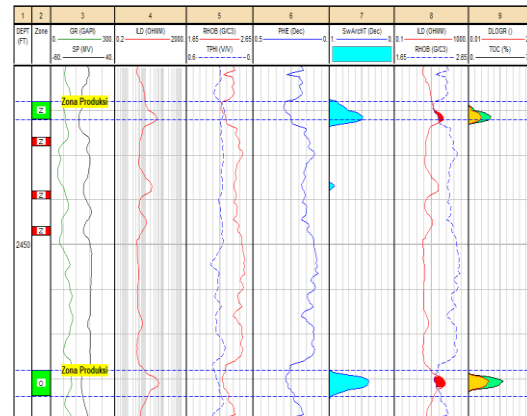
Pada analisis *Total Organic Carbon* (TOC) sumur AR-32 lapisan “V”, pada interval kedalaman 3523 - 3532 ft, didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 1,31%) dengan katagori baik. Hasil perhitungan *Total Organic Carbon* (TOC) metode Passey pada lapisan “V” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.9 sebagai berikut:



Gambar 4.9 Hasil perhitungan TOC metode Passey sumur AR-32 lapisan “V”

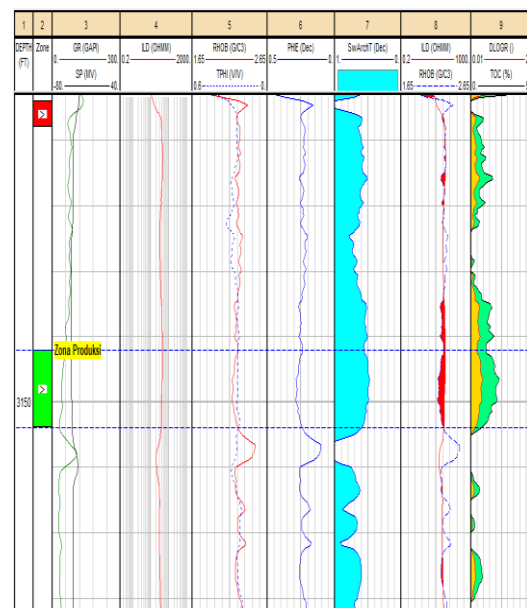
Pada analisis *Total Organic Carbon* (TOC) sumur AR-36 lapisan “N” pada interval kedalaman 2418 - 2422 ft,

didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 1,39%) dengan katagori baik. Sedangkan pada lapisan “O” pada interval kedalaman 2478 - 2482 ft, didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 2,68%) dengan katagori sangat baik. Hasil perhitungan *Total Organic Carbon* (TOC) metode Passey pada lapisan “N” & “O” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.10 sebagai berikut:



Gambar 4.10 Hasil perhitungan TOC metode Passey AR-36 lapisan “N” & “O”

Pada analisis *Total Organic Carbon* (TOC) sumur AR-37 lapisan “V” pada interval kedalaman 3142 - 3154 ft, didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 1,74%) dengan katagori baik. Hasil perhitungan *Total Organic Carbon* (TOC) metode Passey pada lapisan “V” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.11 sebagai berikut:



Gambar 4.11 Hasil perhitungan TOC metode Passey AR-37 lapisan “V”

Hasil analisis zona produksi berdasarkan *Total Organic Carbon* (TOC) pada masing - masing sumur ditunjukkan pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Analisis zona produksi berdasarkan *Total Organic Carbon* (TOC)

Sumur	Lapisan	Depth (ft)	TOC (%)
AR-32	V	3523 - 3532	1,31
AR-36	N	2418 - 2422	1,39
	O	2478 - 2482	2,68
AR-37	V	3142 - 3154	1,74

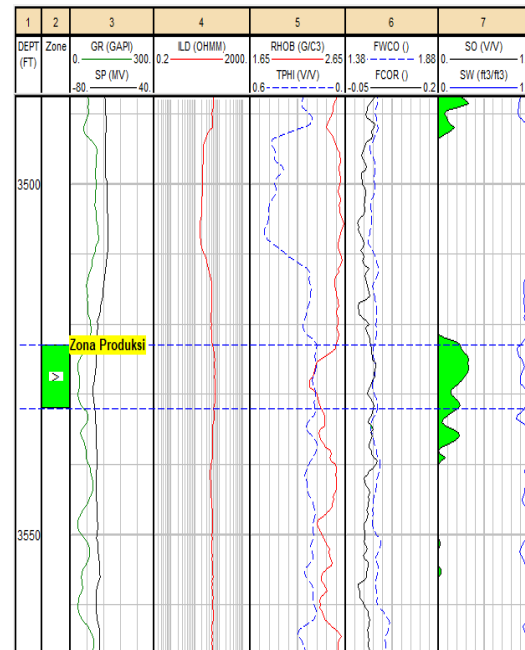
4.3 Analisis Karakteristik Reservoir Pada Pengukuran Reservoir Saturation Tools (RST) Log

Pada penelitian ini, analisis formasi dilakukan pada masing - masing sumur dengan menggunakan data dari pengukuran *Reservoir Saturation Tools* (RST) log untuk mengetahui kondisi sumur setelah berproduksi menggunakan data *wireline log*. *Reservoir Saturation Tool* (RST) log merupakan peralatan *logging* yang digunakan untuk menentukan saturasi fluida (Crain, 1999). *Reservoir Saturation Tool* (RST) log ini merupakan pengembangan dari peralatan log yang dapat dilakukan secara *open hole* atau *cased hole*. Pada sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-36 data *wireline log* yang dilakukan pengukuran sumur sudah terpasang *casing* (*cased hole*). Pengukuran yang dilakukan pada masing-masing sumur yang sudah produksi. Data dari pengukuran *Reservoir Saturation Tools* (RST) kemudian diolah menggunakan *Software Interactive Petrophysics* (IP) untuk dilakukan analisis ulang formasi.

Data hasil pengolahan di *software* IP, pada penelitian ini kemudian dilakukan analisis terkait zona mana saja yang sudah diproduksi dan zona mana saja yang masih aktif. Pada evaluasi RST log pada zona produksi dilakukan untuk mengetahui perubahan apa saja yang terjadi pada lapisan yang masih aktif. Analisis dilakukan pada masing – masing lapisan sumur di zona produksi untuk mengetahui saturasi fluida. Hasil evaluasi karakteristik fluida *reservoir* nantinya dapat menentukan berapa banyak saturasi minyak (S_o) dan saturasi air (S_w) yang berada di masing - masing zona yang masih aktif. Evaluasi lanjutan dari hasil RST

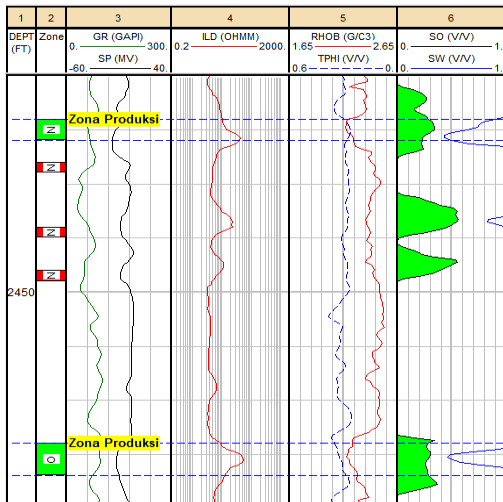
log nantinya dapat digunakan untuk analisis fluida *reservoir* pada zona lain yang prospek untuk di kembangkan. Data analisis menggunakan *Reservoir Saturation Tools* (RST) log dilakukan pada masing - masing sumur yaitu sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-36.

Analisis saturasi fluida *reservoir* menggunakan *Reservoir Saturation Tools* (RST) log pada sumur AR-32 lapisan “V” pada interval kedalaman 3523 - 3532 ft, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 94\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 24\%$). Hasil perhitungan fluida *reservoir* pada pengukuran RST log pada lapisan “V” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.12 sebagai berikut:



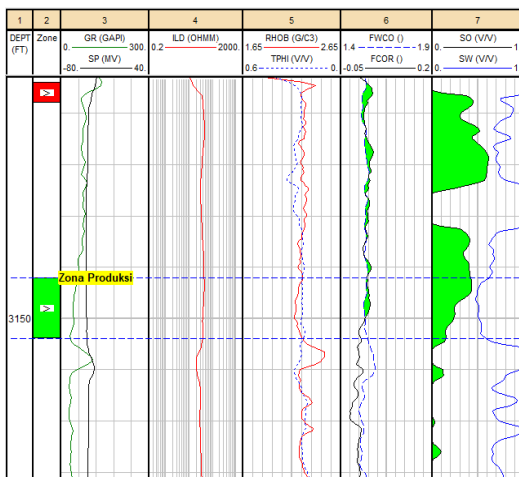
Gambar 4.12 Hasil analisis fluida *reservoir* pada pengukuran RST log sumur AR-32 lapisan “V”

Analisis saturasi fluida *reservoir* menggunakan *Reservoir Saturation Tools* (RST) pada sumur AR-36 lapisan “N” pada interval kedalaman 2418 - 2422 ft, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 67\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 29\%$). Sedangkan pada lapisan “O” pada interval kedalaman 2478 - 2482 ft, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 80\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 28\%$). Hasil perhitungan fluida *reservoir* pada pengukuran RST log pada lapisan “N” dan “O” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.13 sebagai berikut:



Gambar 4.13 Hasil analisis fluida reservoir pada pengukuran RST log sumur AR-36 lapisan “N” & “O”

Analisis saturasi fluida reservoir menggunakan Reservoir Saturation Tool (RST) pada sumur AR-37 lapisan “V” pada interval kedalaman 3142 - 3154 ft, didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 53\%$) dan saturasi minyak ($So = 28\%$). Hasil perhitungan fluida reservoir pada pengukuran RST log pada lapisan “V” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.14 sebagai berikut:



Gambar 4.14 Hasil analisis fluida reservoir pada pengukuran RST log sumur AR-37 lapisan “V”

Hasil analisis karakteristik reservoir pada pengukuran Reservoir Saturation Tools (RST) log pada masing - masing sumur ditunjukkan pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Hasil analisis karakteristik reservoir pada pengukuran Reservoir Saturation Tools (RST) log

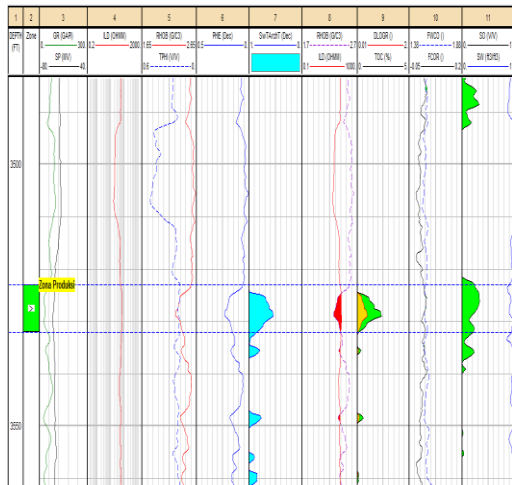
Sumur	Lapisan	Depth (ft)	Sw (%)	So (%)
AR-32	V	3523 - 3532	94	24
AR-36	N	2418 - 2422	67	29
	O	2478 - 2482	80	28
AR-37	V	3142 - 3154	53	28

4.4 Perbandingan Kondisi Inisial Sumuran (dari Analisis Wireline Log) Dengan Kondisi Setelah Berproduksi (dari Analisis RST Log)

Pada penelitian ini, analisis formasi dilakukan dengan membandingkan hasil masing - masing sumur menggunakan data yang didapatkan dari hasil evaluasi formasi menggunakan data wireline log saat open hole dengan hasil evaluasi formasi menggunakan data wireline log saat case hole. Sebelumnya masing - masing sumur sudah dilakukan analisis petrofisika mengetahui kondisi dan karakteristik formasi bawah permukaan. Analisis formasi juga dilakukan untuk mengetahui nilai saturasi fluida pada masing-masing sumur. Analisis saturasi fluida ini nantinya akan dibandingkan berapa persentase saturasi fluida inisial (open hole) dengan persentase saturasi fluida saat sudah diproduksi (cased hole). Hasil evaluasi formasi yang sebelumnya dilakukan pada zona yang sedang produksi pada lapisan masing - masing sumur. Pada penelitian ini, evaluasi yang dilakukan untuk membandingkan hasil evaluasi formasi pada inisial sumur dengan hasil evaluasi formasi ketika sudah berproduksi yang berada pada zona produksi yang masih aktif. Evaluasi perbandingan kondisi inisial sumuran (dari analisis wireline log) dengan kondisi setelah berproduksi (dari analisis RST log) dilakukan pada masing - masing sumur yaitu sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-36.

Pada evaluasi formasi sumur AR-32 lapisan “V” pada interval kedalaman 3523 - 3532 ft, saat kondisi inisial sumuran (dari analisis wireline log) didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 42\%$) dan saturasi minyak ($So = 58\%$). Sedangkan evaluasi formasi saat kondisi setelah berproduksi (dari analisis RST log), didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 94\%$) dan saturasi minyak ($So = 24\%$). Hasil analisis ini menunjukkan adanya peningkatan saturasi air pada formasi yang sedang berproduksi dari

kondisi inisial awal sebesar ($\Delta Sw = 52\%$), kemudian terdapat penurunan saturasi minyak saat setelah berproduksi sebesar ($\Delta So = 34\%$). Sedangkan untuk hasil analisis *Total Organic Carbon* (TOC) didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 1,31%) dengan katagori TOC baik. Hasil perbandingan kondisi inisial dengan kondisi setelah berproduksi pada lapisan “V” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.15 sebagai berikut :

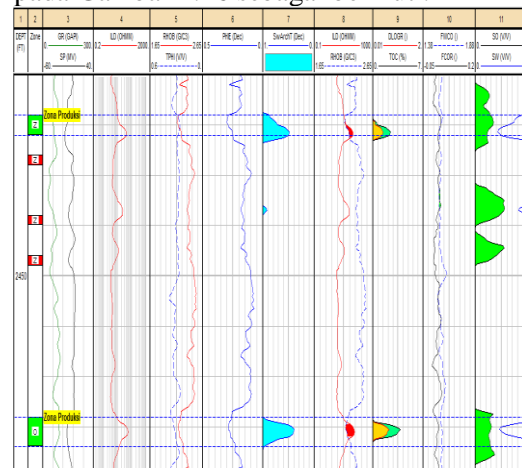


Gambar 4.15 Hasil perbandingan kondisi inisial dengan kondisi setelah berproduksi sumur AR-32

Pada evaluasi formasi sumur AR-36 lapisan “N” pada interval kedalaman 2418 - 2422 ft, saat kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 63\%$) dan saturasi minyak ($So = 37\%$). Sedangkan evaluasi formasi saat kondisi setelah berproduksi (dari analisis *RST log*), didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 67\%$) dan saturasi minyak ($So = 29\%$). Hasil analisis ini menunjukkan adanya peningkatan saturasi air pada formasi yang sedang berproduksi dari kondisi inisial awal sebesar ($\Delta Sw = 4\%$), kemudian terdapat penurunan saturasi minyak saat setelah berproduksi sebesar ($\Delta So = 8\%$). Sedangkan untuk hasil analisis *Total Organic Carbon* (TOC) didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 1,39%) dengan katagori TOC baik.

Sedangkan pada lapisan “O” pada interval kedalaman 2478 - 2482ft, saat kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 40\%$) dan saturasi minyak ($So = 60\%$). Sedangkan evaluasi formasi saat

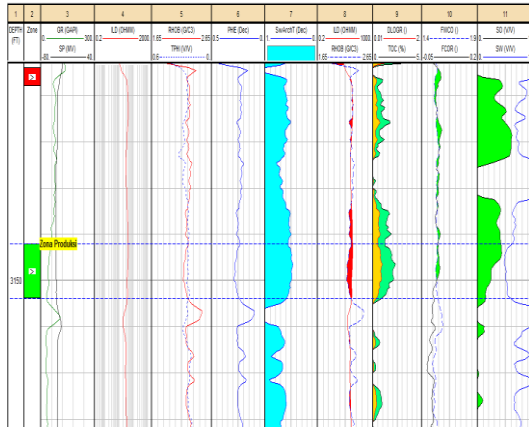
kondisi setelah berproduksi (dari analisis *RST log*), didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 80\%$) dan saturasi minyak ($So = 28\%$). Hasil analisis ini menunjukkan adanya peningkatan saturasi air pada formasi yang sedang berproduksi dari kondisi inisial awal sebesar ($\Delta Sw = 40\%$), kemudian terdapat penurunan saturasi minyak saat setelah berproduksi sebesar ($\Delta So = 32\%$). Sedangkan untuk hasil analisis *Total Organic Carbon* (TOC) didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 2,68%) dengan katagori TOC sangat baik. Hasil perbandingan kondisi inisial dengan kondisi setelah berproduksi pada lapisan “N” dan “O” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.16 sebagai berikut :



Gambar 4.16 Hasil perbandingan kondisi inisial dengan kondisi setelah berproduksi sumur AR-36

Pada evaluasi formasi sumur AR-37 lapisan “V” pada interval kedalaman 3142 - 3154 ft, saat kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 35\%$) dan saturasi minyak ($So = 65\%$). Sedangkan evaluasi formasi saat kondisi setelah berproduksi (dari analisis *RST log*), didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 53\%$) dan saturasi minyak ($So = 28\%$). Hasil analisis ini menunjukkan adanya peningkatan saturasi air pada formasi yang sedang berproduksi dari kondisi inisial awal sebesar ($\Delta Sw = 18\%$), kemudian terdapat penurunan saturasi minyak saat setelah berproduksi sebesar ($\Delta So = 37\%$). Sedangkan untuk hasil analisis *Total Organic Carbon* (TOC) didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 1,74%) dengan katagori TOC baik. Hasil perbandingan kondisi inisial dengan kondisi

setelah berproduksi pada lapisan “V” zona produksi dapat dilihat pada Gambar 4.17 sebagai berikut :



Gambar 4.17 Hasil perbandingan kondisi inisial dengan kondisi setelah berproduksi sumur AR-37

Hasil perbandingan kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) dengan kondisi setelah berproduksi (dari analisis *RST log*) pada masing - masing sumur ditunjukkan pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4.4 Hasil perbandingan kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) dengan kondisi setelah berproduksi (dari analisis *RST log*)

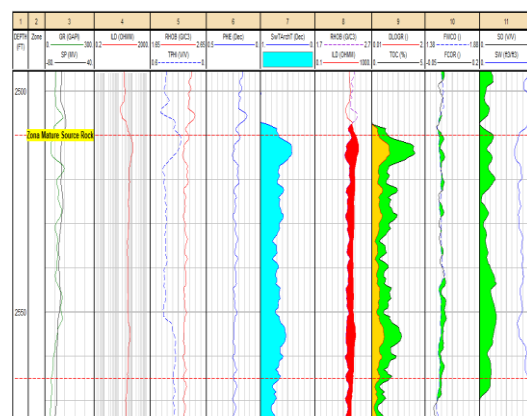
Sumur	Lapisan	Depth (ft)	Archie (%)		RST Log (%)		Delta (%)	
			Sw	So	Sw	So	Sw	So
AR-32	V	3523 - 3532	42	58	94	24	52	34
AR-36	N	2418 - 2422	63	37	67	29	4	8
	O	2478 - 2482	40	60	80	28	40	32
AR-37	V	3142 - 3154	35	65	53	28	18	37

4.5 Analisis Zona Potensial Hidrokarbon

Setelah sebelumnya telah dilakukan evaluasi formasi yang pada tiga sumur yaitu, sumur AR-32, AR-36 dan AR-37 pada lapangan “Y” berdasarkan kondisi formasi masing - masing sumur. Kemudian dilakukan analisa petrofisika didasarkan pada data *wireline log* untuk mengetahui kondisi properti dengan menggunakan kombinasi data *well logging* yang digunakan sebelum lubang sumur di pasang *casing (open hole)*. Parameter petrofisika yang ditekankan saat evaluasi yaitu saturasi air dan *Total Organic Carbon (TOC)* yang diperoleh dari interpretasi *wireline log*. Sedangkan analisis karakteristik *reservoir* didasarkan pada pengukuran *Reservoir Saturation Tools (RST) log*. Hasil dari analisis kedua metode pengukuran tersebut,

dibandingkan dengan kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) dengan kondisi setelah berproduksi (dari analisis *RST log*). Pada penelitian ini, selanjutnya berdasarkan data evaluasi formasi sebelumnya, hasil analisis keduanya akan digunakan untuk melihat zona potensial (selain interval yang sudah diproduksi). Parameter yang digunakan sebagai evaluasi zona potensial yaitu analisa petrofisika didasarkan pada data *wireline log* yang dihitung dengan menggunakan persamaan Archie sedangkan *Total Organic Carbon (TOC)* dihitung menggunakan persamaan Passey. Kemudian parameter selanjutnya berdasarkan pengukuran data *Reservoir Saturation Tools (RST) log* untuk mengevaluasi interval zona yang masih potensial untuk di kembangkan.

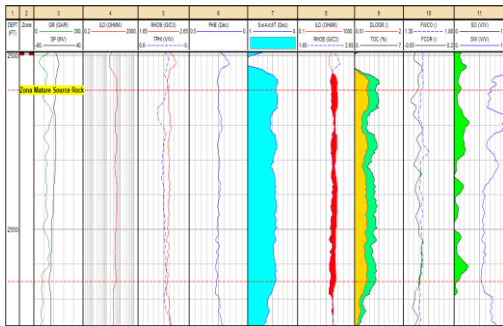
Pada evaluasi formasi sumur AR-32 pada interval kedalaman 2510 - 2565 ft, saat kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 63%$) dan saturasi minyak ($So = 37%$). Kemudian evaluasi formasi dari pengukuran *RST log*, didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 77%$) dan saturasi minyak ($So = 20%$). Sedangkan untuk hasil analisis *Total Organic Carbon (TOC)* didapatkan persentase *Total Organic Carbon (TOC = 1,8%)* dengan katagori TOC baik. Hasil analisis zona potensial hidrokarbon sumur AR-32 dapat dilihat pada Gambar 4.18 sebagai berikut :



Gambar 4.18 Analisis zona potensial hidrokarbon sumur AR-32

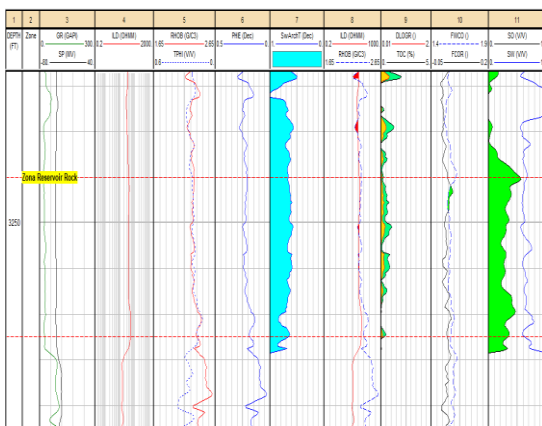
Pada evaluasi formasi sumur AR-36 pada interval kedalaman 2510 - 2565 ft, saat kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) didapatkan persentase saturasi air ($Sw = 46%$) dan saturasi minyak ($So =$

54%). Kemudian evaluasi formasi dari pengukuran RST log, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 67\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 20\%$). Sedangkan untuk hasil analisis *Total Organic Carbon* (TOC) didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 2.7%) dengan katagori TOC sangat baik. Hasil analisis zona potensial hidrokarbon sumur AR-36 dapat dilihat pada Gambar 4.19 sebagai berikut:



Gambar 4.19 Analisis zona potensial hidrokarbon sumur AR-36

Pada evaluasi formasi sumur AR-37 pada interval kedalaman 3240 -3275 ft, saat kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 65\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 35\%$). Kemudian evaluasi formasi dari pengukuran RST log, didapatkan persentase saturasi air ($S_w = 64\%$) dan saturasi minyak ($S_o = 33\%$). Sedangkan untuk hasil analisis *Total Organic Carbon* (TOC) didapatkan persentase *Total Organic Carbon* (TOC = 0.60%) dengan katagori TOC Sedang. Hasil analisis zona potensial hidrokarbon sumur AR-37 dapat dilihat pada gambar 4.20 sebagai berikut:



Gambar 4.20 Analisis zona potensial hidrokarbon sumur AR-37

Hasil analisis zona potensial hidrokarbon pada masing - masing sumur ditunjukkan pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Hasil analisis zona potensial hidrokarbon

Sumur	Depth (ft)	TOC (%)	Archie (%)		RSTLog (%)	
			S_w	S_o	S_w	S_o
AR-32	2510 -2565	1,8	63	37	77	20
AR-36	2510 -2565	2,7	46	54	67	20
AR-37	3240 -3275	0,60	65	35	64	33

BAB V KESIMPULAN

4.1 Kesimpulan

- Berdasarkan analisis petrofisika dari data *wireline log* khususnya parameter TOC untuk sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-37 menunjukkan kondisi inisial masing - masing zona produksi memiliki kandungan hidrokarbon sebesar ($S_o = 37 - 65\%$) dengan persentase *total organic carbon* sebesar (TOC = 1,31 - 2,68%) yang tergolong baik. Analisa petrofisika menunjukkan bahwa penyebab tingginya produksi air (*water cut*) pada masing - masing sumur karena berada pada lapisan yang berdekatan dengan zona air (*water bearing*).
- Berdasarkan analisis karakteristik *reservoir* yang didasarkan pada pengukuran *Reservoir Saturation Tools* (RST) log untuk sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-37 menunjukkan kondisi masing - masing zona produksi, masih memiliki kandungan hidrokarbon sebesar ($S_o = 24 - 29\%$) yang masih berpotensi untuk diproduksi
- Berdasarkan analisis perbandingan kondisi inisial sumuran (dari analisis *wireline log*) dengan kondisi setelah berproduksi (dari analisis RST log) untuk sumur AR-32, sumur AR-36 dan sumur AR-37 pada masing - masing zona produksi menunjukkan adanya peningkatan saturasi air sebesar ($\Delta S_w = 18 - 40\%$) serta penurunan saturasi minyak sebesar ($\Delta S_w = 32 - 37\%$)
- Evaluasi terhadap zona yang potensial untuk dikembangkan

berdasarkan analisis *open hole log* dan *cased hole log* (RST log) diperoleh pada sumur AR-32 yaitu di interval kedalaman 2510 – 2565 ftMD dengan TOC = 1,8% (baik), dan SO RST = 20%, pada Sumur AR-36 di interval kedalaman 2510 - 2565 ftMD dengan TOC = 2,7% (sangat baik) dan SO RST = 20%, dan pada sumur AR-37 di interval kedalaman 3240 - 3275 ftMD dengan TOC = 0,60% (sedang) dan SO RST = 33%

4.2 Saran

1. Penentuan *Level Of Maturity* (LOM) pada perhitungan TOC didasarkan pada sifat fluida *reservoir* lapisan yang sudah berproduksi dikarenakan tidak adanya pengukuran laboratorium (analisis *core*), penelitian lebih lanjut dapat dilakukan pada evaluasi penentuan *Level Of Maturity* (LOM)
2. Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengurangi produksi air, diantaranya adalah *relative permeability modifier*, *water shut off* (WSO) dan re-kompleksi, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk mengurangi produksi air (*water cut*)
3. Meningkatnya produksi air (*water cut*) dapat juga disebabkan apabila terjadi kebocoran pada *casing*, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan untuk evaluasi *casing* yang terpasang pada masing - masing sumur produksi atau evaluasi apakah ada indikasi kebocoran menggunakan metode Chan's plot

DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan, A., (2015). “Analisis Perhitungan Evaluasi Cadangan Hidrokarbon Lapisan-X pada Struktur-Y dengan Metode Volumetrik (data Reservoir Saturation Tool Logging)”, Politeknik Akamigas Palembang.
- Rohman, A., (2016), “Evaluasi pompa terpasang dan optimalisasi Redesain Electrical Submersible Pump (ESP) pada sumur AR-109 Lapangan AR Rohman PT Pertamina EP Asset 1 Field Lirik”, Politeknik Akamigas Palembang.
- Mustiqaweni, A. N. M., (2020), “Evaluasi Data Log Cased Hole Terhadap Sumur High Water Cut Dalam Menentukan Pembukaan Zona Interval Perforasi Pada Sumur A#148 Dan Sumur A#150 Lapangan Awn”, Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Septiawan, R.,(2021), “Analisis Interpretasi Log Untuk Menentukan Interval Perforasi pada Lapangan #PWN# untuk Menurunkan Produksi Air di Sumur “RS-1”, Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Hutomo, P., & Yatini., (2018), “Aplikasi Reservoir Saturation Tool (RST) Log Pada Cased Hole Well Untuk Evaluasi Kandungan Hidrokarbon Di Cekungan Kutai, Kalimantan Timur”, Teknik Geofisika, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Anilgie, P., (2018), “Analisis Potensi Hidrokarbon dan Menghitung Cadangan Oil Current Lapisan M1 dan M2 pada Formasi W Sumur AP#1 Lapangan Lirik”, Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Priantara, P., Henky K., & Krisna, (2001), “Penerapan Teknologi Reservoir Saturation Tool di Lapangan Pertamina Bunyu Kalimantan Timur.” Proceeding Simposium Nasional “IATMI”
- Plasek, R.E. (1995). “Improved Pulsed Neutron Capture Logging With Slim Carbon-Oxygen Tools: Methodology. Society of Petroleum Engineers.
- Samponu, I., Sulistiyono1, Wardo U., Muhammad T. A., (2021), “Analisis Petrofisika Dalam menentukan zona potensi hidrokarbon Pada formasi kais Berdasarkan Data Sumur X di PT. Petro Energy Utama

- Wiriagar, Teknik Produksi Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas Cepu
- Prastio, E., (2020), “Aplikasi Pulse Neutron Logging untuk Menentukan Zona Hidrokarbon Baru di Lapangan X”, Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, UBJ, Jakarta, Indonesia
- Laksono, FX A. T., Fendy K., Janos K, Widhiatmoko H. (2021), “Analisis Kematangan Batuan Induk Hidrokarbon di Formasi Naintupo, Sub-Cekungan Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara”, Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman.
- Yafriyono, Nanda N., & Febriwan M., (2016), “Distribusi *Total Organic Carbon* (TOC) Pada Data Seismik”, Teknik Geologi Unpad, Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran
- Manurung, P. L., & Ordas D., (2021), “Perhitungan dan Korelasi Nilai Total Organic Carbon (TOC) di Daerah Cekungan Jawa Timur Utara”, Jurusan Teknik Geofisika, Universitas Lampung.
- Karlina D. A., Bagus J.S.,(2016), “Prediksi Log TOC dan S2 dengan Menggunakan Teknik Δ Log Resistivity”, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Jurnal Sains Dan Seni ITS Vol. 5 No. 2.
- Passey, Q.R, Creany, S., Kulla, J.B., Moretti, F.J., & Stroud, J.D. (1989). “Well Log Evaluation of Organic-Rich Rocks”. 14th International Meeting on Organic Geochemistry, Paris, abstrak 75
- Crain, P.Eng. (2010). “Unicorns In The Garden Of Good And Evil : Part 1, Total Organic Carbon (TOC)
- Mabitje, M., S., (2015), “Determination of Total Organic Carbon content using Passey’s Δ LogR method in coals of the Central Kalahari Karoo Basin, Botswana”, Department of Earth Science, University of the Western Cape.
- Arikerti, R., (2011), “Estimation of Level of Organic Maturity (LOM) and Total Organic Carbon (TOC) in absence of Geochemical Data by Using Resistivity and Density Logs - Example from Cambay shale, Tarapur area, Cambay Basin, India”, Journal of Indians Association of Sedimentologist, Vol. 30, No. 1, pp 55-63
- Olisa, B. A., (2018),” Δ Log R Technique In Quantitative Estimation Of Source Rock In Ameshi-001 well, Niger Delta”, Department of Applied Geophysics, The Federal University of Technology, Akure Scientific Research Journal.
- Idan , R. M., (2017), “Total Organic Carbon (TOC) Prediction From Resistivity and Porosity Logs: A Case Study From Iraq”, Department of Geophysics, College of Remote Sensing and Geophysics, Al-Karkh University of Sciences, Baghdad, Iraq
- Passey, Q.R, Creany, S., Kulla, J.B., Moretti, F.J., dan Stroud, J.D. (1990). “A Practical Model for Organic Richness from Porosity and Resistivity Logs. American Association of Petroleum Geologists Bulletin V.74 No.12
- Hood, A., Gutjahr, C. C. M., and Heacock, R. L., (1975), Organic metamorphism and the generation of petroleum: AAPG Bulletin, v. 59. P. 986-996.
- D., & Utama, W. (2009, Januari). Analisis Data Well Log (Porositas, Saturasi Air, dan Permeabilitas) untuk menentukan Zona Hidrokarbon, Studi Kasus: Lapangan ”ITS” Daerah Cekungan Jawa Barat Utara. Jurnal Fisika dan Aplikasinya Volume 5.
- Manurung, L.S (2017). Analisis Sw Berdasarkan Nilai Rw Spontaneous Potensial dan Rw Picket Plot Pada Formasi Berai Cekungan Barito dengan Menggunakan metode Well Logging