

## Studi Karakteristik Reservoir Berdasarkan Data Petrofisika (Studi Kasus: Lapangan “X” Cekungan Sumatera Selatan)

<sup>1,\*</sup>Mohammad Felik Hadi Kusuma, <sup>2</sup>Piter Lepong, <sup>3</sup>Ery Arifullah

<sup>1</sup>Program Studi Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>2</sup>Program Studi Geofisika, Fakultas MIPA, Universitas Mulawarman

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

\*Email: felik.fmipa@gmail.com

Manuscript received: 27 Desember 2022; Received in revised form: 28 Desember 2022;

Accepted: 28 Februari 2023

### ABSTRACT

Along with the increasing demand for hydrocarbons, an effort is needed to find new hydrocarbon reserves, one of the ways to look for hydrocarbons is drilling or well logging. The purpose of this study was to determine the formation geometric pattern, rock characteristics, and whether the well is a hydrocarbon prospect well or not. This study uses petrophysical data from the South Sumatra Basin obtained from LEMIGAS. The data was analyzed qualitatively to obtain results in the form of log curves, formation lithology, and also the hydrocarbon content contained in the formation. Followed by quantitative analysis which is the result of the reservoir characteristics numerically. The results of this study found hydrocarbons in the form of oil which are found at an average depth of around 4200-4400 feet. From this study, the results were obtained in the form of a curve for each logging. From the results obtained, it can be concluded that the gamma ray index value was 11.35%, the porosity value was 13.99%, the well water saturation value was 16.84%, and the permeability was 519,855 mD. The results of the petrophysical analysis that has been carried out can be seen in the LEMIGAS “X” Field including the prospect field. This can be seen from the data processing that has been carried out, and the calculation results that have been obtained previously.

**Keywords:** *Petrophysics, Reservoir Characteristics, Well Logging*

### ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan hidrokarbon maka diperlukan suatu upaya untuk mencari cadangan hidrokarbon yang baru, salah satu caranya untuk mencari hidrokarbon yaitu dilakukan pemboran atau well logging. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik batuan, dan apakah pada sumur tersebut termasuk dalam sumur prospek hidrokarbon ataupun tidak. Penelitian ini menggunakan data petrofisika Cekungan Sumatera Selatan pada formasi muara enim yang didapat dari data logging sebanyak satu sumur. Data tersebut dianalisis secara kualitatif sehingga diperoleh hasil berupa kurva log, litologi formasi, dan juga kandungan hidrokarbon yang terdapat pada formasi. Dilanjutkan dengan analisis kuantitatif yang merupakan hasil dari karakteristik reservoir secara numerik. Hasil dari penelitian ini didapatkannya hidrokarbon berupa minyak yang terdapat pada kedalaman rata-rata sekitar 4200-4400 feet. Dari penelitian ini didapatkan hasil berupa kurva dari masing-masing logging, dari hasil yang telah didapat dapat disimpulkan bahwa didapatkan nilai indeks gamma ray sebesar 11.35%, nilai porositas sekitar 13.99%, nilai saturasi air sumur sebesar

16.84%, dan permeabilitas sebesar 519.855 mD Melalui analisis petrofisika yang di lakukan dapat diketahui bahwa Lapangan “X” termasuk lapangan yang prospek untuk menghasilkan suatu hidrokarbon, hal ini dapat dilihat dari pengolahan data yang telah dilakukan, dan hasil perhitungan yang telah didapatkan.

**Kata Kunci:** Karakteristik Reservoir, Petrofisika, Well Logging

## 1. PENDAHULUAN

Batuan *reservoir* merupakan batuan yang mempunyai kemampuan untuk menampung dan menyimpan hidrokarbon dan mempunyai rongga-rongga yang saling berhubungan. Agar suatu batuan dapat disebut sebagai *reservoir* maka ada beberapa karakteristik yang harus diperhatikan yaitu: kandungan *shale*, porositas, faktor formasi, penentuan *formation resistivity water*, saturasi air, dan permeabilitas.

Untuk mengetahui karakteristik suatu batuan *reservoir* maka diperlukan analisis, salah satunya adalah analisis petrofisika<sup>[1]</sup>. Analisis petrofisika adalah suatu metode utama dalam mengevaluasi suatu formasi, dengan menggunakan hasil rekaman data *well logging*. Melalui analisis ini akan diperoleh informasi yang lebih tepat mengenai kandungan hidrokarbon, sifat-sifat fisik suatu batuan *reservoir*, serta penyebaran hidrokarbon pada suatu lapisan batuan.

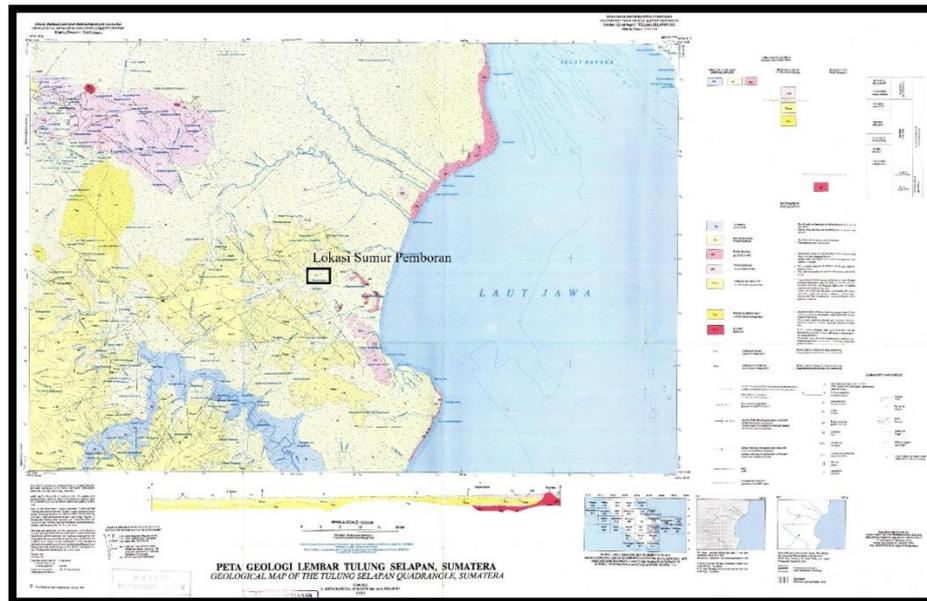
Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik suatu reservoir di

lapangan “X” LEMIGAS dengan menggunakan analisis petrofisika dan mengetahui apakah Lapangan “X” LEMIGAS merupakan lapangan yang prospek untuk menghasilkan hidrokarbon.

## 2. MATERI DAN METODE

### 2.1.1 Geologi Regional Cekungan Sumatra Selatan

Geologi Cekungan Sumatera Selatan adalah suatu hasil kegiatan tektonik yang berkaitan erat dengan penunjaman Lempeng Indo-Australia, yang bergerak ke arah utara hingga timur laut terhadap Lempeng Eurasia yang relatif diam. Zona penunjaman lempeng meliputi daerah sebelah barat Pulau Sumatera dan selatan Pulau Jawa. Beberapa lempeng kecil (*micro-plate*) yang berada di antara zona interaksi tersebut turut bergerak dan menghasilkan zona konvergensi dalam berbagai bentuk dan arah. Penunjaman lempeng Indo-Australia tersebut dapat mempengaruhi keadaan batuan, morfologi, tektonik dan struktur di Sumatera Selatan<sup>[2]</sup>.



Gambar 1 Peta Geologi Sumatera Selatan

### 2.1.2 Well Logging

*Well logging* adalah kegiatan perekaman karakteristik dari suatu formasi batuan yang diperoleh melalui pengukuran pada sumur bor<sup>[3]</sup>. *Logging tool* akan mengirimkan sinyal berupa arus listrik, gelombang suara, partikel nuklir dan sebagainya ke dalam formasi batuan lewat dinding sumur yang mana lapisan batuan tersebut akan merespon sinyal yang dikirimkan dan akan terekam oleh suatu *receiver* serta kemudian akan dikonversi menjadi suatu data digital. Interpretasi terhadap data *well logging* merupakan sesuatu yang umum dilakukan untuk mengetahui berbagai hal di bawah permukaan. Berdasarkan kemampuan dan jenis sinyal yang digunakan proses *logging* terbagi atas log listrik dan log radioaktif. Dimana log listrik meliputi log *spontaneous potensial* (SP), dan log resistivitas. Sedangkan log radioaktif meliputi log *gamma ray*, log densitas, log neutron.

### 2.1.3 Petrofisika

Petrofisika (dalam bahasa Latin *Petro* adalah “rock” dan Fisika adalah ilmu alam) adalah cabang dari ahli kebumihan (*Geoscience*) yang mempelajari sifat-sifat batuan termasuk isi yang terdapat

didalamnya meliputi cairan dan bahan pembentuk itu sendiri. Ilmu ini diperlukan untuk melakukan analisa formasi batuan. Di industri minyak dan gas bumi, sifat fisik batuan sangat penting dipelajari untuk mengetahui karakter *reservoir* sebagai batuan yang layak untuk dilakukan pengeboran ataupun *perforasi* (produksi) lebih lanjut.

### 2.1.4 Analisis Petrofisika

#### *Analisis Kualitatif*

Interpretasi secara kualitatif bertujuan untuk identifikasi lapisan batuan cadangan, lapisan hidrokarbon, serta perkiraan jenis hidrokarbon. Untuk mengidentifikasi litologi, maka dapat dilakukan interpretasi dari log GR atau log SP. Apabila *defleksi* kurva GRnya ke kiri atau minimum (batupasir, batugamping, dan batubara), sedangkan untuk *defleksi* kurva GRnya ke kanan atau maksimum (*shale*). Batugamping mempunyai porositas yang kecil, dengan demikian rata-rata densitas batumannya ( $R_{hob}$ ) nya besar, dan harga  $\phi_n$  nya kecil, sedangkan untuk litologi batubara menunjukkan pembacaan sebaliknya<sup>[4]</sup>.

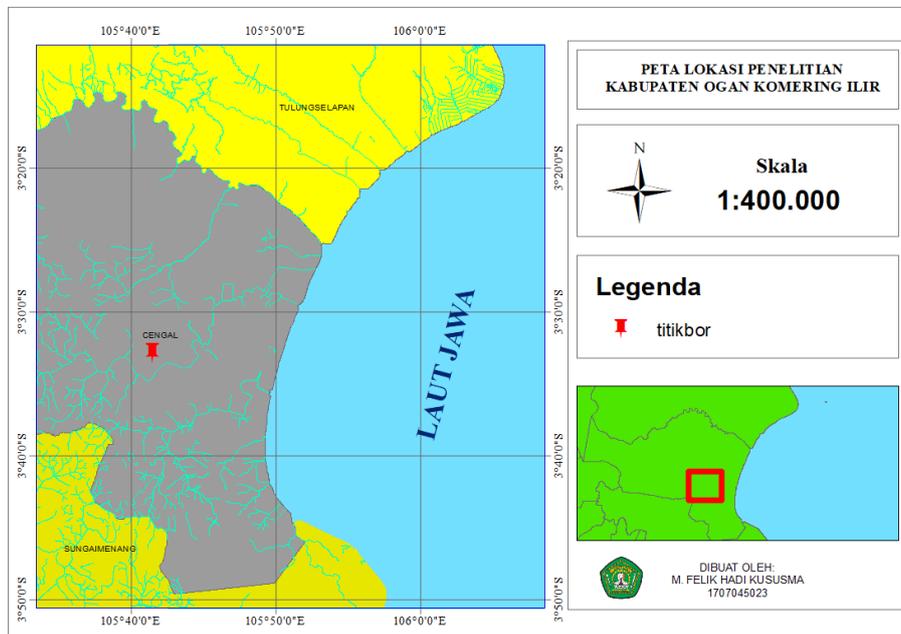
### Analisis Kuantitatif

Interpretasi kuantitatif dilakukan untuk menentukan nilai beberapa properti *reservoir* pada sumur penelitian. Beberapa properti *reservoir* yang penting dilakukan perhitungan dalam penelitian ini adalah kandungan lempung/*shale* atau serpih

( $V_{sh}$ ), perhitungan porositas efektif ( $\phi_{ef}$ ), perhitungan nilai permeabilitas ( $K$ ) dan perhitungan nilai saturasi air ( $S_w$ )<sup>[5]</sup>.

## 2.2 METODE

### 2.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian



Gambar 2 Peta Lokasi Pengambilan Data

Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Maret-Mei 2022. Pengumpulan, pengolahan, dan interpretasi data dilakukan di LEMIGAS Jalan Ciledug Raya Kaveling 109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan.

### 2.2.2 Data dan Software Yang Digunakan

Alat dan data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. 1 buah sumur dengan menggunakan data Log diantaranya: Log Gamma Ray, Log Densitas, Log Neutron, Dan Log Resistivitas, Log SP, Log *Caliper*.
2. *Software Petrophysics*

### 2.2.3 Pengolahan Data dan Interpretasi

#### Analisis Kuantitatif

1. Dilakukan pemeriksaan data-data log apa saja yang terdapat pada file.

2. Tampilkan hasil data log yang berupa kurva log
3. Lakukan interpretasi dengan menggunakan analisis petrofisika
4. Tampilkan hasil *cutoff* untuk mengetahui apakah zona tersebut terdapat hidrokarbon ataupun tidak
5. Tampilkan hasil *cutoff summary report* dan juga data yang di dapat dari hasil interpretasi untuk dapat melakukan analisis kuantitatif

#### Analisis Kuantitatif

Setelah didapatkan nilai hasil pengukuran log dengan analisis secara kualitatif dengan menggunakan *software Interactive Petrophysics* kemudian data tersebut di analisis secara kuantitatif dengan melalui beberapa langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Tentukan terlebih dahulu ketebalan dari masing-masing zona yang didapat.

2. Tentukan nilai  $GR_{min}$  dan  $GR_{max}$  pada tiap zona yang didapatkan dari software *Interactive Petrophysics*.
3. Tentukan nilai dari Indeks Gamma Ray ( $I_{GR}$ ) pada kedalaman tertentu dan rata-rata tiap zona

$$I_{GR} = \frac{GR_{log} - GR_{min}}{GR_{max} - GR_{min}} \quad (1)$$

4. Tentukan nilai porositas efektif ( $\phi_{ef}$ ) pada kedalaman tertentu dan rata-rata tiap zona dengan mencari terlebih dahulu nilai dari porositas densitas ( $\phi_D$ ) dan porositas total ( $\phi_t$ ).

$$\phi_{ef} = \frac{1}{2} (1 - I_{GR})(\phi_D + \phi_N) \quad (2)$$

5. Tentukan nilai dari saturasi air ( $S_w$ ) pada kedalaman tertentu dan rata-rata tiap zona.

$$S_w = \frac{1}{\sqrt{R_t}} \times \frac{1}{\left[ \frac{I_{GR}^{1-\frac{1}{2}} \phi_{ef}^{m/2}}{\sqrt{R_{sh}}} + \sqrt{a.R_w} \right]} \quad (3)$$

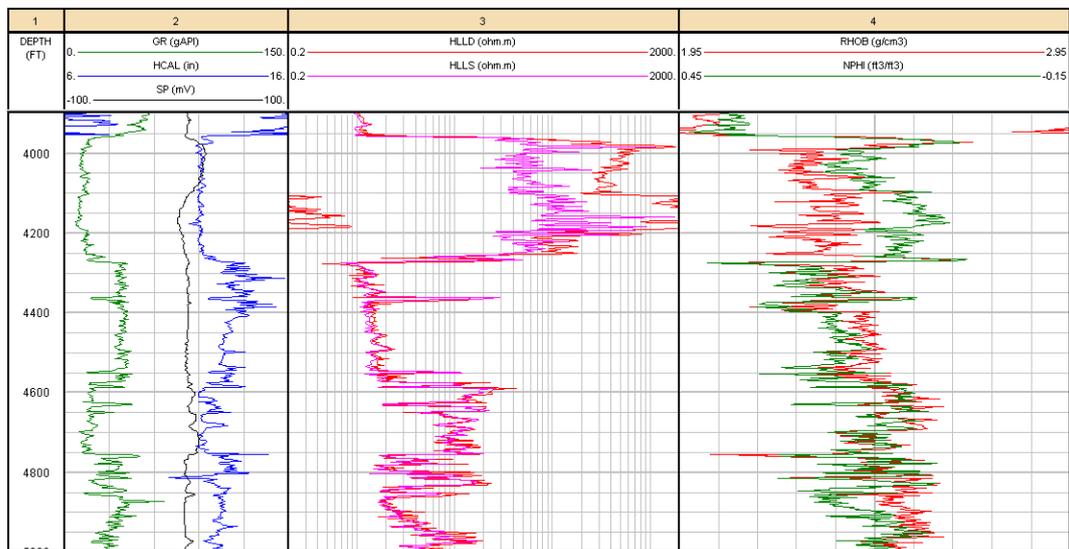
6. Tentukan nilai permeabilitas ( $K$ ) pada kedalaman tertentu dan rata-rata tiap zona.

$$K = a \times \frac{\phi_{ef}^b}{S_w^c} \quad (4)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

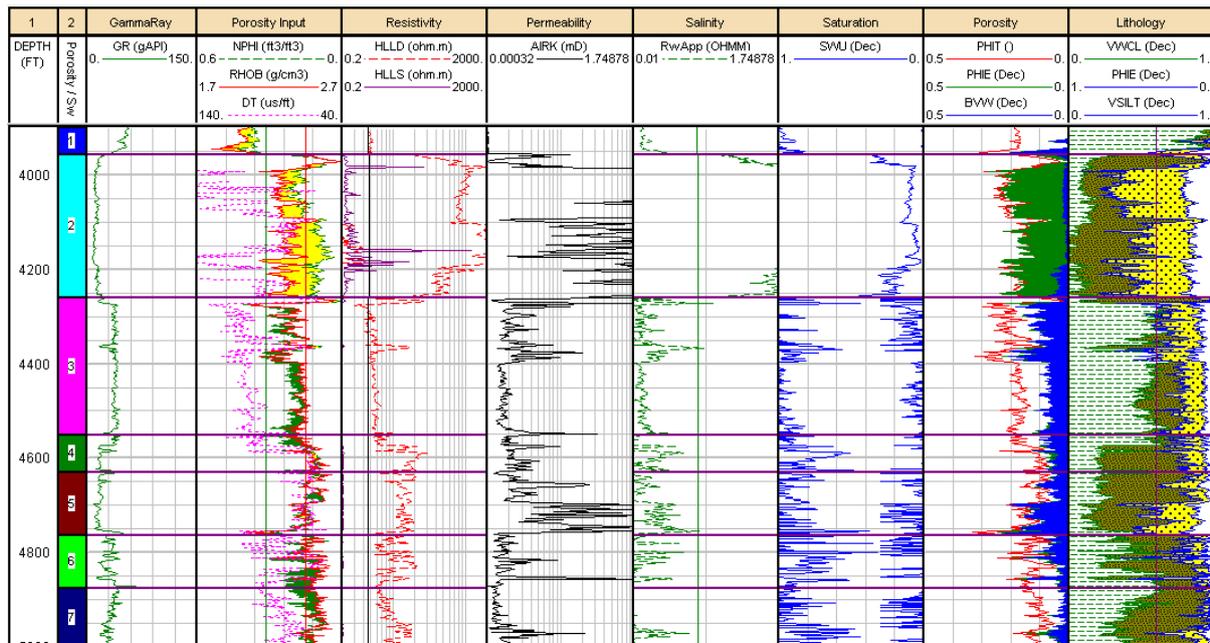
#### 3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa data *logging* dari hasil pemboran lapangan X milik LEMIGAS. daerah penelitian ini terletak di Cekungan Sumatera Selatan, tepat di Kabupaten Ogan Komen Ilir. **Gambar 3** memperlihatkan kedalaman sumur pertama bekisar 3900 feet hingga 5000 feet.



**Gambar 3** Data Log Hasil Pemboran dengan Kedalaman Berkisar 3900 Feet hingga 5000 Feet

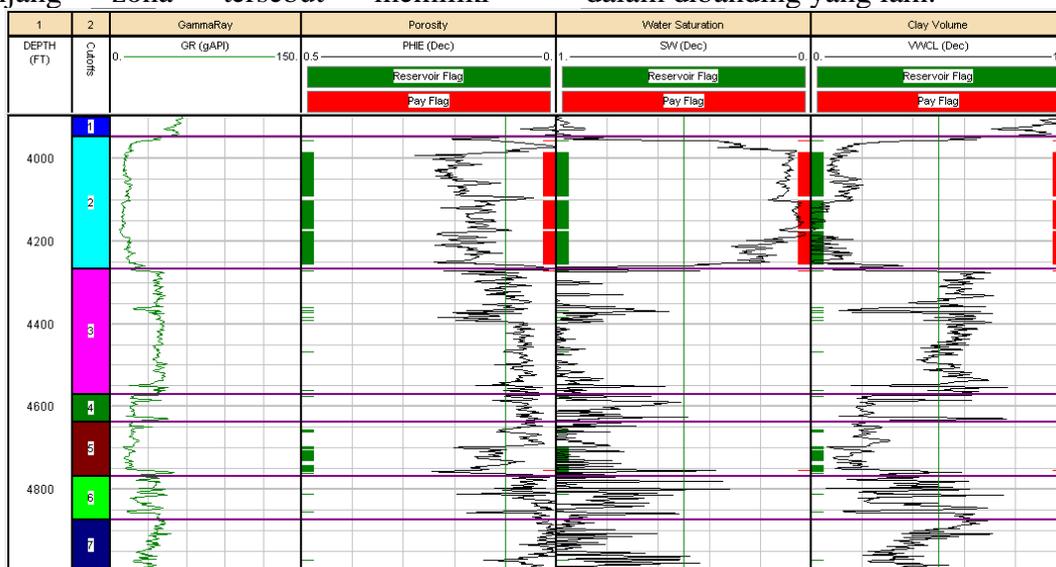
### 3.1.1 Hasil Analisis Kualitatif



**Gambar 4** Hasil Analisis Petrofisika Secara Kualitatif

Melalui hasil pengolahan data menggunakan *software* bisa dilihat pada bagian porositas bahwa zona yang mengandung hidrokarbon berada pada zona ke dua, hal ini dikarenakan oleh batuan penyusunnya bisa dilihat adalah batupasir hal ini memungkinkan kembali untuk zona tersebut adalah zona hidrokarbon dan jika dari keempat sumur yang ada disatukan seperti pada posisi koordinatnya pada **Gambar 4** maka bisa diketahui bahwa sepanjang zona tersebut memiliki

kandungan hidrokarbon berupa minyak dan terdapat pula kandungan air didalamnya. Berbeda dengan sumur pertama, ketiga, dan keempat untuk sumur kedua lapisan yang mengandung hidrokarbon terdapat pada zona satu ini dikarenakan perbedaan kedalaman antara sumur hal ini dikarenakan oleh adanya perbedaan pada saat memulainya pengambilan data log dilapangan, hal ini menyebabkan pada sumur kedua kedalaman sumurnya lebih dalam dibanding yang lain.



**Gambar 5** Hasil Penentuan Nilai *Cutoff*

Hasil analisis *cut-off* pada suatu sumur dapat dilihat pada **Gambar 5** dimana dari gambar tersebut dapat ditandai oleh 2 hal yaitu: ketebalan zona suatu reservoir pada formasi (ditandai dengan *reservoir flag* berwarna hijau) dan ketebalan zona reservoir pada formasi yang mengandung hidrokarbon (ditandai dengan *pay flag* berwarna merah). Nilai *cut-off* terbagi menjadi tiga bagian yaitu *cut-off porosity*, *cut-off water saturation*, dan *cut-off caly volume*. Melalui hasil *cut-off* didapatkan

nilai untuk *cut-off porosity* 18.4%, *cut-off water saturation* 4.1%, dan *cut-off caly volume* 1.6%.

Pada kasus ini untuk **Gambar 5** dapat diprediksi untuk zona yang terdapat kandungan hidrokarbon terdapat pada zona ke 2. Dimana untuk rata-rata nilai dari perhitungan adalah: nilai rata-rata porositas efektif bernilai 17.4%, nilai rata-rata saturasi air bernilai 11.1%, dan nilai indeks gamma ray rata-rata bernilai 7.6%.

### Hasil Analisis Kuantitatif

Setelah didapatkan nilai dari masing-masing *logging* dengan menggunakan *software* geofisika, maka selanjutnya dilakukan penentuan analisis kuantitatif dengan melakukan beberapa analisis

petrofisika diantaranya: penentuan indeks gamma ray, porositas, resistivitas water, saturasi air, dan permeabilitas. Berikut merupakan tabel hasil rata-rata analisis kuantitatif.

**Tabel 1** Hasil Rata-Rata Analisis Kuantitatif

Zona	h (feet)		GR <sub>min</sub>	GR <sub>max</sub>	$\bar{I}_{GR}$ (%)	$\bar{\phi}_{ef}$ (%)	$\bar{S}_w$ (%)	$\bar{K}$ (mD)
	h <sub>t</sub>	h <sub>b</sub>						
1	3900	3947,5	16	60	88,03	4,65	96,95	0,101
2	3947,5	4267,5	6	42	11,35	13,99	16,84	519,855
3	4267,5	4570,5	26	47	53,85	8,48	94,56	0,416
4	4570,5	4637,5	12	47	29,32	7,38	80,96	0,233
5	4637,5	4768,5	7	51	21,71	10,25	90,51	1,319
6	4768,5	4873,5	16	50	40,59	7,103	84,11	0,388
7	4873,5	5000	16	50	42,97	6,22	87,85	0,1705

Dari hasil indeks gamma ray atau volume shale yang telah didapat ini bisa disimpulkan bahwa lapisan yang termasuk zona hidrokarbon memiliki nilai indeks gamma ray atau volume shale lebih rendah dibandingkan dengan lapisan non hidrokarbon, dimana hal ini dipengaruhi oleh kecilnya nilai dari radioaktif yang diterima dengan menggunakan log gamma ray sehingga lapisan tersebut termasuk pada lapisan permeable. Pada lapisan yang diperkirakan lapisan reservoir nilai porositas efektif rata-ratanya sekitar 13,99% termasuk pada klasifikasi porositas yang cukup baik untuk penghasil hidrokarbon, Penentuan saturasi air bertujuan untuk menentukan zona mana

yang mengandung hidrokarbon. Pada sumur pertama didapatkan rata-rata saturasi air sebesar 16,84% zona yang mengandung hidrokarbon didapatkan nilai saturasi air yang dominan lebih kecil dibandingkan dengan zona non reservoir. Permeabilitas rata-ratanya sekitar 519,855 mD termasuk skala baik sekali.

### 4. KESIMPULAN

Lapangan "X" merupakan lapangan yang prospek mengandung hidrokarbon hal ini dapat dilihat melalui hasil analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kuantitatif menunjukkan apakah didalam suatu sumur terdapat kandungan hidrokarbon ataupun tidak dan juga dari

analisis ini dapat diketahui batuan yang terkandung dalam sumur dan jenis hidrokarbon apa saja yang ada. Sedangkan dari analisis kuantitatif dapat diketahui beberapa nilai-nilai secara numerik untuk dapat mengetahui apakah dari hasil pembacaan log sumur tersebut termasuk kedalam sumur yang prospek ataupun tidak, melalui hasil analisis kuantitatif ini dapat dilihat apakah sumur tersebut termasuk kedalam sumur yang prospek ataupun tidak dapat dilihat dengan hasil numeriknya. Melalui analisis kuantitatif dan analisis kuantitatif dapat diketahui bawah sumur yang prospek mengandung hidrokarbon terdapat pada sumur 1 dan 4 yang mana dari hasil analisis kuantitatifnya menunjukkan bawah sumur ini terdapat kandungan hidrokarbon yang berupa minyak pada zona kedua dan jika dilihat dari analisis kuantitatif dari indeks gamma raynya menunjukkan bawah kandungan shalnya sangatlah rendah berkisar 11,66%, dan porositas batuanya termasuk kedalam porositas baik dengan nilai berkisar 13,99%, saturasi air berkisar 16,84% dimana nilai ini menunjukkan untuk air yang terkandung relatif lebih sedikit, dan nilai permeabilitas didapatkan berkisar 519,855 mD yang termasuk kedalam permeabilitas baik sekali.

## 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada berbagai pihak, diantaranya: Bapak Dr. Djayus., M.T selaku penguji I, dan Ibu Wahidah., S.Si., M.T selaku penguji II, serta seluruh pihak yang telah membantu saya yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya Kusuma Pratama. 2018. Penentuan Zona Hidrokarbon Formasi Menggala Lapangan “A” Cekungan Sumatera Tengah Berdasarkan Analisis Petrofisika. *Padjajaran Geoscience Journal*. Vol. 2 No. 4.
- [2] Courteney, S. 1990. *Introduction South Sumatra exploration and production history, and bibliography*. Indonesia. Oil and Gas Fields Atlas: Vol. 3: South Sumatra. IPA Professional Division.
- [3] Ellis, D.V. & Singer, J.M. 2008. *Well Logging for Earth Scientists: Second Edition*. Springer: Dordrecht, The Netherlands.
- [4] Leo, Rivandi Purba. 2018. *Estimasi Kandungan Serpih ( $V_{sh}$ ), Porositas Efektif ( $\phi_E$ ) Dan Saturasi Air ( $S_w$ ) Untuk Menghitung Cadangan Hidrokarbon Pada Reservoir Limestone Lapangan “PRB” Di Sumatera Selatan Menggunakan Data Log Dan Petrofisika*. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. Vol. 4 No. 3.
- [5] Sidharta, Pratiknyo. 2018. *Estimasi Cadangan Migas Berdasarkan Analisis Petrofisika Dan Interpretasi Seismik Pada Formasi Talang Akar Dan Formasi Lemat Di Lapangan “RF” Cekungan Sumatera Selatan*. *Jurnal Geofisika Eksplorasi*. Vol. 2 No. 17