



## **ANALISIS PETROFISIKA UNTUK PENENTUAN ZONA PROSPEK RESERVOIR HIDROKARBON DI LAPANGAN “X” CEKUNGAN BANGGAI**

**Muh. Abduh<sup>1)</sup>, Harsano Jayadi<sup>1)\*</sup>, Widi Atmoko<sup>2)</sup>, Icha Untari Meidji<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Tadulako  
Jl. Soekarno Hatta Km. 39 Palu, Indonesia 94118

<sup>2)</sup> PT. Patra Nusa Data, Taman Tekno BSD Tangerang, Banten 15314

---

### **Info Artikel**

*Sejarah Artikel:*

Diterima Februari 2020

Disetujui Juni 2020

Dipublikasikan Juni 2020

---

*Kata Kunci:*

Zona reservoir, Data Log,

Kualitatif, Kuantitatif,

Hidrokarbon

---

### **Abstrak**

Penelitian yang dilakukan untuk menentukan zona reservoir hidrokarbon pada lapangan dengan sumur uji ABD-01, yang dianalisis dengan menggunakan cara kuantitatif dan kualitatif untuk menentukan jenis reservoir yang melibatkan beberapa data log, antara lain gamma ray (GR), neutron (NPHI), densitas (RHOB) dan resistivitas (RW). Tahap penentuan kandungan hidrokarbon dengan melakukan *crossover* data log resistivitas, log NPHI dan log RHOB. Penentuan zona reservoir hidrokarbon menggunakan analisis data log resistivitas dan log NPHI. Adapun analisis kuantitatif dalam penelitian ini menghitung nilai dari shale volume ( $V_{shale}$ ), porositas ( $\Phi$ ), *resistivity water* (RW) dan saturasi air (SW). Hasil penelitian yang diperoleh dari analisis kuantitatif dengan menggunakan sumur ABD-01 pada kedalaman 7422 ft - 7426 ft, 7638 ft - 7730 ft, 8033 ft - 8100 ft adalah dapat mengetahui jenis dan persentase hidrokarbon yang berada pada zona tersebut. Untuk gas mempunyai nilai SW 0 - 35%, minyak mempunyai nilai SW 35 - 65% dan air mempunyai nilai SW 65%. Oleh karena itu, diperoleh 3 jenis reservoir di daerah penelitian sesuai dengan kedalaman yang menjadi zona target, yaitu berupa gas, minyak dan air.

© 2020 Universitas Islam Negeri Mataram

---

\* Corresponding Author: [harsanoi@untad.ac.id](mailto:harsanoi@untad.ac.id)

**Alamat korespondensi:**

Gedung Pasca Sarjana Lantai 3 Kampus 2 UIN Mataram, Jl. Gajah Mada 100 Jempong Mataram, Indonesia

Email: [jurnalkonstan@uinmataram.ac.id](mailto:jurnalkonstan@uinmataram.ac.id)

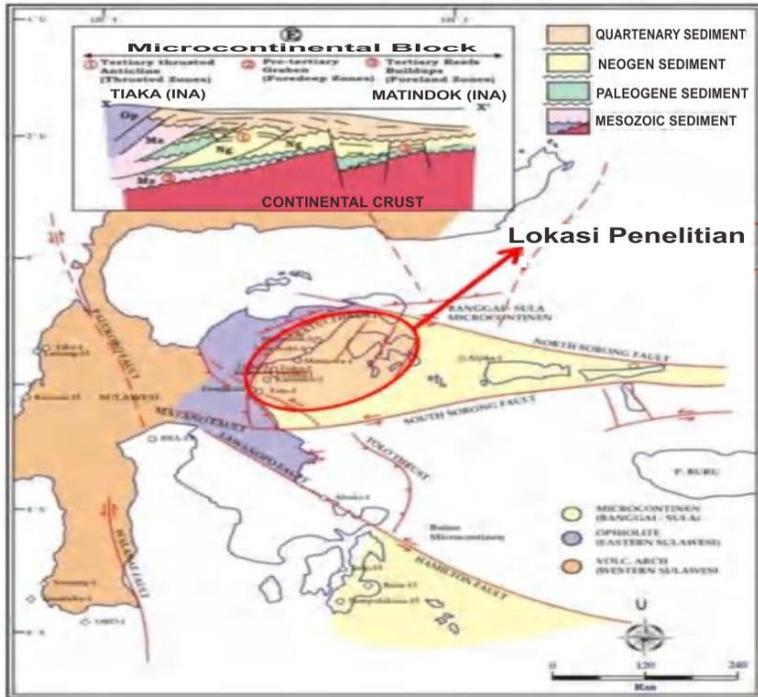
## PENDAHULUAN

Dengan meningkatnya kebutuhan manusia dan industri akan sumberdaya energi yang tidak terbarukan ini, diperlukan upaya untuk menemukan lokasi baru sumberdaya energi minyak dan gas bumi yang potensial dari berbagai aspek ilmu yang dilakukan dengan cara eksplorasi. Sebelumnya dengan menggunakan survei geologi yang berupa analisis struktur geologi dari suatu daerah dapat menginterpretasi di suatu wilayah terdapat kandungan hidrokarbon. Namun, struktur geologi belum mampu secara baik untuk menentukan reservoir, khususnya batuan reservoirnya yang menjadi tempat untuk menampung hidrokarbon tersebut [1], sehingga dilakukan dengan menggunakan penentuan posisi titik bor [2]. Dalam penentuan reservoir dengan titik bor digunakan salah satu metode yang berhubungan dengan analisis sifat fisik batuan yang berada di bawah permukaan [3], [4].

Salah satu analisis yang digunakan dalam hal ini adalah petrofisika, di mana untuk memperoleh sifat fisik batuan dan fluida, yaitu dengan membedakan kontras impedansi sifat fisik reservoir yang diperoleh dengan melakukan *well logging* pada sumur eksplorasi [5], [6]. Metode ini dapat mengetahui gambaran dan karakter fisik dari litologi yang menyusun batuan di bawah permukaan [7]. Untuk menentukan letak zona reservoir hidrokarbon sebaiknya dilakukan penentuan beberapa parameter penting yang ada pada zona reservoir tersebut. Parameter-parameter tersebut berupa permeabilitas, saturasi air, volume *clay* dan porositas [8]. Penentuan dari sebagian parameter dipakai buat validasi isi hidrokarbon pada suatu formasi sasaran yang meliputi nilai kotor (*gross*) dari sesuatu litologi batuan [5], sehingga dengan memperoleh nilai *cut off* dari tiap-tiap parameter tersebut, diperoleh nilai bersih (*net pay*) yang mampu menggambarkan besar ketebalan reservoir [9] dari suatu formasi pada lapangan yang hendak diteliti.

Geologi regional dari lapangan ini merupakan bentuk cekungan di Pulau Sulawesi dengan posisi barat-timur dan berada dilepas perairan kepulauan Banggai Sula, seperti yang terlihat pada Gambar 1. Berdasarkan Klemme, daerah penelitian ini sangat luas dan termasuk dalam "*Transform Rifted Convergent Basin*" [10]. Tektonik Pulau Sulawesi merupakan serangkaian proses dari tektonik Indonesia yang berinteraksi satu dengan yang lain. Secara umum, tektonik Pulau Sulawesi dibagi dalam empat mintakat yang didasari atas sejarah pembentukannya, yaitu Sulawesi Barat, Sulawesi Timur, Sulawesi Tengah dan Banggai-Sula [11]. Menurut Fatimah, 2016 [12], Akibat dari tumbukan lempeng mikro yang berada di Banggai-Sula dengan umur Miosen dan pengaruh busur tersier nonvulkanik yang sekarang berada pada Sulawesi Tengah bagian timur, maka terbentuklah Cekungan Luwuk Banggai.

Cekungan Luwuk Banggai adalah sebagian kecil dari beberapa cekungan yang berada di Pulau Sulawesi yang mempunyai kandungan akan adanya reservoir hidrokarbon. Oleh karena itu, sangat perlu sekali melakukan suatu penelitian untuk mengetahui tingkat keterdapatan dari kandungan reservoir yang berupa sifat-sifat fisik dengan melakukan *open hole wireline logging* berupa kajian petrofisika yang merupakan sebuah metode untuk memperoleh data rekaman sumur pemboran yang lebih detail dari bawah permukaan [12]–[14].



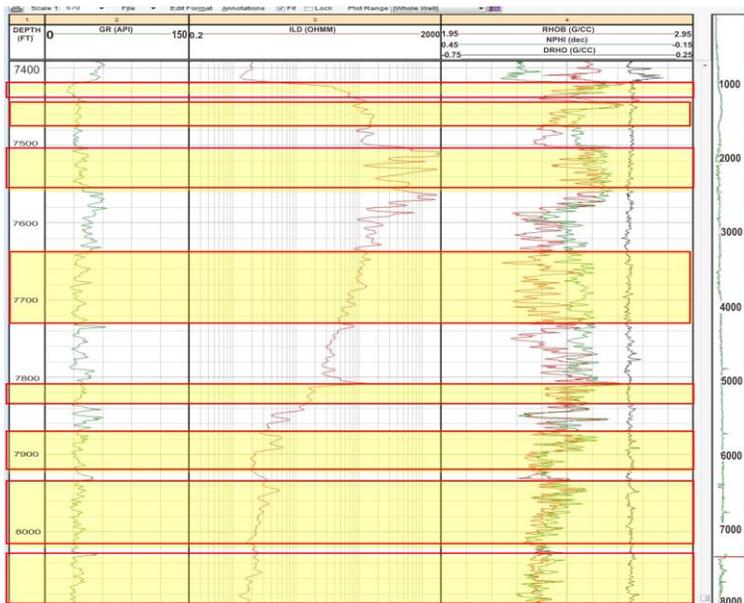
**Gambar 1.** Model Cekungan Luwuk Banggai yang Berada di Pulau Sulawesi Bagian Timur yang Ditandai dengan Lingkaran Warna Merah.

## METODE PENELITIAN

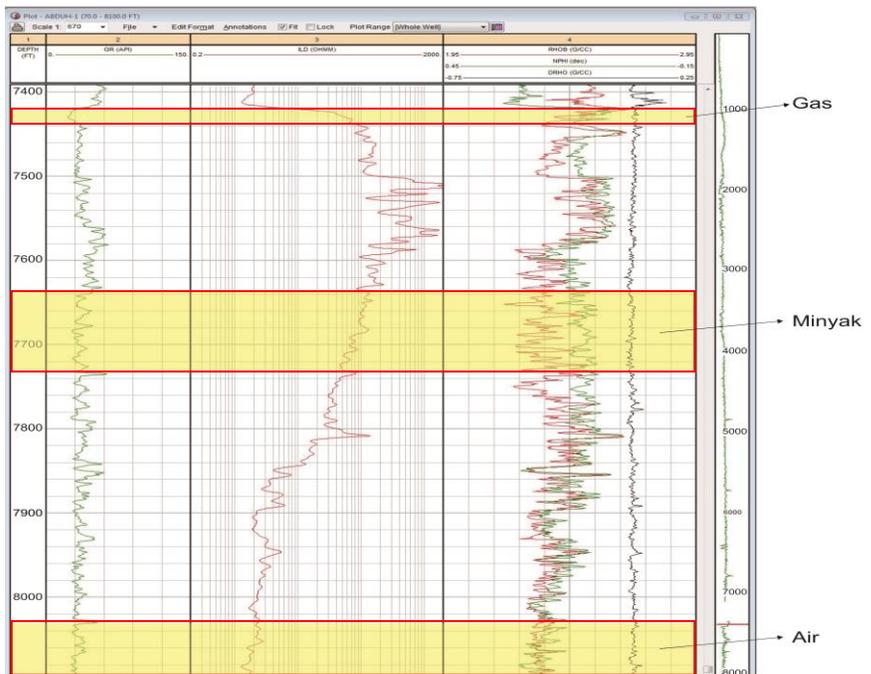
Dalam penelitian ini digunakan beberapa data log sumur untuk menentukan zona reservoir hidrokarbon, yaitu log gamma ray, log neutron, log densitas, log resistivitas. Untuk sumur yang digunakan ada tiga, yaitu sumur ABD-01, sumur ABD-02 dan sumur ABD-03 seperti ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 3.

Untuk menganalisis data yang ada dalam penentuan zona kandungan hidrokarbon digunakan dengan cara kualitatif dan kuantitatif. Untuk cara kualitatif, penentuan zona reservoir hidrokarbon dengan menggabungkan atau *crossover* antara log neutron dan log densitas. Untuk melakukan validasi data digunakan log gamma ray dan log resistivitas, di mana jika log gamma ray kecil dan log resistivitas tinggi serta log neutron dan log densitas melebar pipih diinterpretasikan sebagai zona reservoir yang minyak, bila log gamma ray kecil serta log resistivitas besar dan log neutron serta log densitas melebar cembung diinterpretasikan sebagai zona reservoir gas [7]. Bila kandungan terdapat air, log gamma ray kecil serta log resistivitasnya rendah.

Dalam hal ini, ada 8 zona target yang diperoleh dari analisis log sumur, yaitu zona pada kedalaman 8033 ft – 8100 ft, 7934 ft – 8025 ft, 7869 ft – 7924 ft, 7812 ft – 7836 ft, 7638 ft – 7730 ft, 7507 ft – 7560 ft, 7452 ft – 7572 ft, 7422 ft – 7426 ft.



**Gambar 2.** Zona Reservoir pada Sumur ABD-01 yang Berisi Kandungan Hidrokarbon Berupa Minyak, Gas dan Air Yang Terdiri dari 8 Zona Target.



**Gambar 3.** Zona Reservoir pada Sumur ABD-01 yang Terdiri dari Kandungan Gas, Minyak dan Air dengan Zona Target 3 Lokasi Kedalaman yang Tandai Dengan Kotak Merah.

Untuk cara kuantitatif, analisis yang digunakan sebagai sumur uji yaitu ABD-01 untuk menganalisis 3 zona reservoir pada kedalaman 7422 ft - 7426 ft, 7869 ft - 7924 ft dan 8033 ft - 8100 ft. Penentuan nilai zona reservoir reservoir hidrokarbon ini dengan cara perhitungan manual, di mana nanti akan diperoleh nilai persentase kandungan adanya hidrokarbon tiap zona pada kategori *shale* volume ( $V_{shale}$ ), porositas ( $\Phi$ ), *resistivity water* (RW) dan saturasi air (SW).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

Untuk analisa secara kualitatif yang berdasarkan kurva log gamma ray pada data log (Gambar 2), menunjukkan nilai minimum pada kurva yang paling kiri dan menggambarkan nilai minimum. Jika ditarik garis *cut off* atau pembatas di log gamma ray *clean* API (*American Petroleum Institute*) dan log gamma ray *clay* API, maka diperoleh nilai gamma ray bernilai kecil yang diinterpretasikan sebagai dominan batugamping. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya [12], [13], di mana zona prospek hidrokarbon memiliki litologi berupa batugamping (*limestone*) dan batupasir (*sandstone*) yang mempunyai porositas dan saturasi air yang baik. Adapun jenis kandungan hidrokarbon pada sumur ABD-1 ini dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Unsur Kandungan Hidrokarbon pada Sumur ABD-1

No	Kedalaman (m)	Minyak/Gas/Air
<b>1</b>	<b>7422 – 7426</b>	<b>Gas</b>
2	7452 – 7500	minyak
3	7507 – 7560	minyak
<b>4</b>	<b>7638 – 7730</b>	<b>Minyak</b>
5	7812 – 7836	Minyak
6	7869 – 7924	air
7	7934 – 8025	air
<b>8</b>	<b>8033 – 8100</b>	<b>air</b>

Dari tabel 1 di atas dan hasil *crossover* antar data log sumur, diperoleh 8 target zona reservoir hidrokarbon, yaitu berada pada kedalaman 7422 ft – 7426 ft dengan nilai *resistivity clay* 2,03 OHMM dan *resistivity clean* 1,96 OHMM yang diinterpretasi sebagai reservoir dengan kandungan gas. Pada kedalaman 7452 ft – 7478 ft, *resistivity clay* dan *clean* masing-masing berkisar 620 OHMM dan 1,96 OHMM yang diinterpretasi mempunyai kandungan reservoir minyak. Pada kedalaman 7507 ft – 7560 ft nilai *resistivity clay* sebesar 1147 OHMM dan *resistivity clean* sebesar 1,96 OHMM yang diinterpretasi bahwa reservoir tersebut mengandung minyak. Pada kedalaman 7638 ft – 7730 ft nilai *resistivity clay* 116

OHMM dan *resistivity clean* 1,96 OHMM yang diinterpretasi reservoirnya mengandung minyak. Pada kedalaman 7812 ft – 7836 ft dengan nilai *resistivity clay* 16,3 OHMM dan *resistivity clean* 1,96 OHMM yang diinterpretasi mengandung minyak. Pada kedalaman 7869 ft – 7924 ft mempunyai nilai *resistivity clay* sebesar 3,61 OHMM dan *resistivity clean* sebesar 1,96 OHMM yang diinterpretasi bahwa reservoir tersebut mengandung air. Pada kedalaman 7934 ft – 8025 ft mempunyai nilai *resistivity clay* 2,47 OHMM dan *resistivity clean* 1,96 OHMM yang diinterpretasi bahwa reservoir tersebut mengandung air dan untuk kedalaman 8033 ft – 8100 ft mempunyai nilai *resistivity clay* 2,3 OHMM dan *resistivity clean* 1,96 OHMM yang diinterpretasi sebagai reservoir air.

Sedangkan pada analisis kuantitatif dengan target 3 zona reservoir yang menggunakan sumur uji ABD-01, yakni pada kedalaman 7422 ft -7426 ft, 7638 ft – 7730 ft, 8033 ft – 8100 ft (Gambar 3), yang dilakukan dengan perhitungan manual sehingga diperoleh nilai gas mempunyai harga saturasi airnya (SW) berkisar antara 0-35%, minyak mempunyai harga saturasi air (SW) berkisar antara 35-65% dan air berkisar di atas 65%. Persentase tersebut tidak mutlak menjadi tolak ukur untuk asumsi hidrokarbon yang berisi minyak dan gas, karena jika harga SW 35% bisa jadi minyak ataupun sebaliknya. Hal ini diakibatkan beberapa faktor, yaitu kondisi batuan, geologi regional dan pembacaan nilai pada saat pengukuran sampel [7].

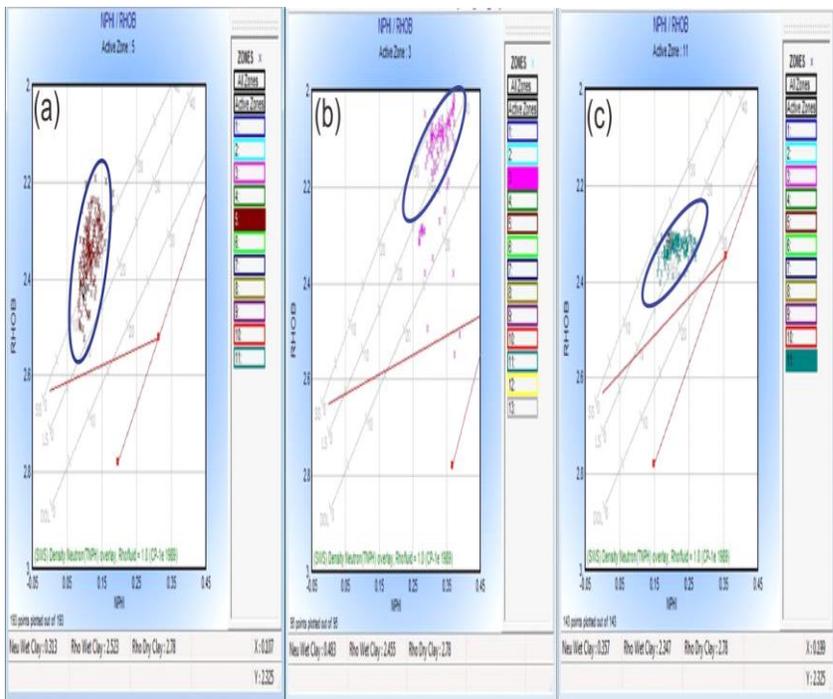
## B. Pembahasan

Hasil analisis dari data log di sumur ABD-01 dengan menggunakan kualitatif dan kuantitatif ditetapkan tiga zona reservoir yang menjadi target, hal ini disebabkan karena pada analisis kuantitatif terdapat tiga zona yang prospek yang mewakili dari jenis reservoir yang ada, sehingga perlu untuk dikaji ke tahap selanjutnya dan ketiga zona tersebut melingkupi pada zona yang terdapat pada sumur ABD-01 yang analisisnya menggunakan kualitatif. Adapun zona reservoir tersebut adalah zona yang terdapat pada kedalaman 7422 ft -7426 ft, 7638 ft – 7730 ft dan 8033 ft – 8100 ft.

Berdasarkan hasil dari kedua analisis, diperoleh ditentukan bahwa zona reservoir pada kedalaman 7422 ft – 7426 ft merupakan hidrokarbon yang mengandung gas dengan nilai  $V_{shale}$  0,420, porositas 0,14, *resistivity water* 0,29 dan saturasi air bernilai 0,12 [5], [7]. Pada zona reservoir dengan kedalaman 7638 ft – 7730 ft, analisis kualitatif mempunyai nilai *cut off* pada *resistivity clay* sebesar 116 OHMM dan *resistivity clean* sebesar 1,96 OHMM. Setelah ditarik *cut off* pada kurva, dapat dibedakan antara resistivitas yang terkecil dan terbesar sehingga pada bagian kurva log neutron dan log densitas pada *crossover* memiliki bentukan cenderung memanjang dan pipih, kemudian resistivitas pada zona reservoir tersebut bernilai tinggi. Maka dapat diasumsikan bahwa reservoir tersebut mengandung minyak. Pendugaan ini juga mempunyai kesamaan dengan hasil yang diperoleh dari analisis kuantitatif, di mana zona ini mengandung reservoir hidrokarbon jenis minyak dengan nilai  $V_{shale}$  0,12, porositas 0,2, *resistivity water* 0,25 dan saturasi air bernilai 0,12 [5], [7]. Sedangkan pada zona reservoir di kedalaman 8033 ft – 8100 ft, mempunyai nilai *cut off* pada *resistivity clay* sebesar 2,3 OHMM dan *resistivity clean* sebesar 1,96 OHMM. Setelah ditarik *cut off* pada kurva, dapat dibedakan antara resistivitas yang terkecil dan terbesar. Dapat dilihat pula pada bagian kurva NPHI dan RHOB pada *crossover* memiliki bentukan

cenderung pipih melebar ke samping, kemudian resistivitas pada zona reservoir tersebut bernilai besar. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa reservoir tersebut mengandung air. Hal ini diperkuat dengan hasil yang diperoleh dari analisis kuantitatif, di mana nilai persentase dari  $V_{shale}$  0,32, porositas 1,2, *resistivity water* 0,29 dan saturasi air bernilai 0,708 [5], [7].

Berdasarkan analisis hasil *crossplot* log neutron dan densitas pada *track input* untuk membedakan jenis reservoir antara minyak, gas, batubara dan air. Dapat ditunjukkan bahwa titik pada *xplot* log neutron dan log densitas berada segaris dengan batupasir (*sandstone*) dan batugamping (*limestone*), maka reservoir itu diindikasikan adanya minyak, jika titik tersebut segaris dengan batupasir (*sandstone*) atau ke luar batas maka reservoir tersebut berisi gas, jika titik tersebut berada garis bawah DOL (*dolomite*) maka reservoir tersebut berisi batubara. Sedangkan jika kandungan air, titik – titik tersebut berada pada log neutron dan log densitas dominan di tengah garis batupasir (SS), batugamping (LS) dan DOL [15]–[19], seperti yang terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** *Xplot* Log Neutron dan Log Densitas untuk Reservoir Hidrokarbon Berisi (A) Gas (B) Minyak dan (C) Air.

## SIMPULAN DAN SARAN

Hasil yang diperoleh dari daerah penelitian memperlihatkan bahwa daerah cekungan Banggai yang terletak di Pulau Sulawesi bagian timur memiliki karakteristik zona target reservoir yang berbeda-beda untuk setiap kedalaman. Secara umum, terdapat tiga jenis reservoir di daerah penelitian, yaitu reservoir jenis

minyak, gas dan air. Di mana pada zona reservoir untuk kedalaman 7422 ft – 7426 ft mempunyai jenis reservoir hidrokarbon berupa gas, pada kedalaman 7638 ft – 7730 ft mempunyai jenis reservoir hidrokarbon berupa minyak dan zona kedalaman 8033 ft – 8100 ft mempunyai jenis reservoir berupa air dengan litologi daerah reservoir hidrokarbon berupa batugamping (*limestone*) dan batupasir (*sandstone*).

Untuk mendapatkan hasil analisis yang optimal sebaiknya penentuan parameter – parameter yang digunakan sebagai input dalam penelitian selanjutnya dikorelasi dengan data petrografi daerah dan data hasil uji laboratorium untuk parameter petrofisika yang lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis diberikan kepada PUSDATIN atas pemberian izin pemakaian data dan program yang dipakai dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. I. Nurwidyanto, I. Noviyanti, dan S. Widodo, “Estimasi Hubungan Porositas Dan Permeabilitas Pada Batupasir (Study Kasus Formasi Kerek, Ledok, Selorejo),” *Berk. Fis.*, vol. 8, no. 3, pp. 87–90, Jul. 2005.
- [2] H. Jayadi, I. U. Meidji, dan Y. H. M. Yusuf, “Analisis Amplitude Versus Offset (Avo) Menggunakan Parameter Petrofisika Lambda Mu Rho (Lmr) Dan Extended Elastic Impedance (Eei) Untuk Karakterisasi Reservoir Karbonat,” *Teknosains Media Inf. Sains Dan Teknol.*, vol. 14, no. 1, Jan. 2020, doi: 10.24252/teknosains.v14i1.13330.
- [3] D. Tiab and E. C. Donaldson, *Petrophysics: Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and Fluid Transport Properties*. Gulf Professional Publishing, 2015.
- [4] I. U. Meidji, H. Jayadi, B. G. M. Saka, A. Wahyuni, dan R. Purwanti, “Karakterisasi Reservoir Berdasarkan Analisis Petrofisika Batuan Dalam Penentuan Litologi dan Kandungan Hidrokarbon di Cekungan Banggai,” *J. Pendidik. Fis.*, vol. 2, p. 6, 2019.
- [5] T. Darling, *Well Logging and Formation Evaluation*. Elsevier, 2005.
- [6] H. Jayadi, “Identifikasi Persebaran Litologi Reservoir Batupasir Menggunakan Analisis Seismik Inversi Impedansi Elastik Di Lapangan Najlaa Formasi Cibulakan Cekungan Jawa Barat Utara,” *J. Fis. Fis. Sains Dan Apl.*, vol. 1, no. 2, pp. 99–106, Oct. 2016.
- [7] A. Harsono, *Evaluasi Formasi dan Aplikasi Log, Schlumberger, Edisi-8*. Jakarta, 1997.
- [8] J. Chen and T. A. Dickens, “Effects of uncertainty in rock-physics models on reservoir parameter estimation using seismic amplitude variation with angle and controlled-source electromagnetics data,” *Geophys. Prospect.*, p. 14, 2008.
- [9] P. E. Potter, J. B. Maynard, and W. A. Pryor, *Sedimentology of Shale: Study Guide and Reference Source*. Springer Science & Business Media, 2012.

- [10] D. Hasanusi, R. Wijaya, A. Priyantoro, N. Herawati, and I. Shahab, "Diagenetic Events as The Key Improvement of Carbonate Reservoir Quality in The Senoro Field, Central Sulawesi, Indonesia," *presented at the SPE Middle East Oil and Gas Show and Conference*, Mar. 2013, doi: 10.2118/164164-MS.
- [11] M. S. Kaharuddin, R. Hutagalung, dan N. Nurhamdan, "Perkembangan tektonik dan implikasinya terhadap potensi gempa dan tsunami di kawasan Pulau Sulawesi," in *Proceeding The th HAGI and 40th IAGI Annual Convention and Exhibition*, 2011, pp. 26–29.
- [12] M. Fatimah, "Lingkungan Pengendapan Area FTM Cekungan Banggai Sula Sulawesi," *Pros. Semin. Nas. XI STTN Yogyakarta.*, pp. 6–12, 2016.
- [13] H. Panggabean dan S. Surono, "Tektono-Stratigrafi Bagian Timur Sulawesi," *J. Geol. Dan Sumberd. Miner.*, vol. 21, no. 5, pp. 243–248, Oct. 2011, doi: 10.33332/jgsm.geologi.21.5.243-248.
- [14] S. Martosuwito, "Tectonostratigraphy Of The Eastern Part Of Sulawesi, Indonesia. In Relation To The Terrane Origins," *J. Geol. Dan Sumberd. Miner.*, vol. 22, no. 4, pp. 199–207, Dec. 2012, doi: 10.33332/jgsm.geologi.22.4.199-207.
- [15] G. B. Asquith, D. Krygowski, and C. R. Gibson, *Basic well log analysis*, vol. 16. American Association of Petroleum Geologists Tulsa, 2004.
- [16] D. A. Krygowski, "*Guide to petrophysical interpretation*," Austin Tex. USA, 2003.
- [17] R. Septianingrum, H. Nugroho, W. K. Hidajat, H. Rachman, dan Y. Heriadji, "Penentuan Zona Prospek Reservoir Hidrokarbon Pada Tahap Eksplorasi Dengan Analisis Petrofisika Formasi Baturaja Lapangan 'Irfa' Blok Sekayu Cekungan Sumatera Selatan," *Geol. Eng. E-J.*, vol. 6, no. 2, pp. 531–553, 2014.
- [18] S. D. Golding, C. J. Boreham, and J. S. Esterle, "Stable isotope geochemistry of coal bed and shale gas and related production waters: A review," *Int. J. Coal Geol.*, vol. 120, pp. 24–40, Dec. 2013, doi: 10.1016/j.coal.2013.09.001.
- [19] B. Das and R. Chatterjee, "Well log data analysis for lithology and fluid identification in Krishna-Godavari Basin, India," *Arab. J. Geosci.*, vol. 11, no. 10, p. 231, May 2018, doi: 10.1007/s12517-018-3587-2.