



Petrologi Organik Batuan Induk Serpih Formasi Talang Akar, Daerah Ujungali, Tebing Tinggi, Kabupaten Lahat, Sumatra Selatan, Indonesia

Basuki Rahmad ^{*1}, Listriyanto Listriyanto ², M. Ocky Bayu Nugroho ¹

¹ Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta, Indonesia

² Universitas Proklamasi 45 Yogyakarta, Indonesia

Info Artikel

Diserahkan:
2 Jan 2023
Direvisi:
18 Feb 2023
Diterima:
27 Feb 2023
Diterbitkan:
28 Feb 2023

Abstrak

Lokasi penelitian terletak di Cekungan Sumatera Selatan dimana targetnya adalah Formasi Talang Akar berumur Eosen. Singkapan serpih tersingkap di Desa Tebing Tinggi, Kabupaten Lahat, Sumatra Selatan. Kajian petrologi organik batuan induk serpih di daerah Tebing Tinggi bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi potensi hidrokarbon berdasarkan komposisi organik dan analisis rock eval pyrolysis. Profil singkapan tersusun atas perselingan batupasir, serpih dan batulempung, diendapkan di lingkungan lacustrine pada Eosen, fosil polen yang hadir adalah tipe *meliaceae* dan *monoporites annulatus/gramineae pollen*. Hasil analisis petrologi organik (maceral) batuan induk serpih Formasi Talang Akar di daerah Tebing Tinggi terdiri dari vitrinite, lamalginite (liptinite), kuarsa dan pirit. Maseral lamalginite (liptinite) merupakan bahan organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan darat berupa alga yang akan menghasilkan minyak. Hasil analisis pirolisis serpih Tebing Tinggi memiliki potensi yang sangat baik untuk menghasilkan minyak. Potensi batuan sumber serpih Formasi Talang Akar di daerah Tebing Tinggi, Sumatera Selatan umumnya menghasilkan minyak dan kondisi belum matang (*immature*).

Kata kunci: serpih, bitumen, lacustrine, maseral, oil, immature

Abstract

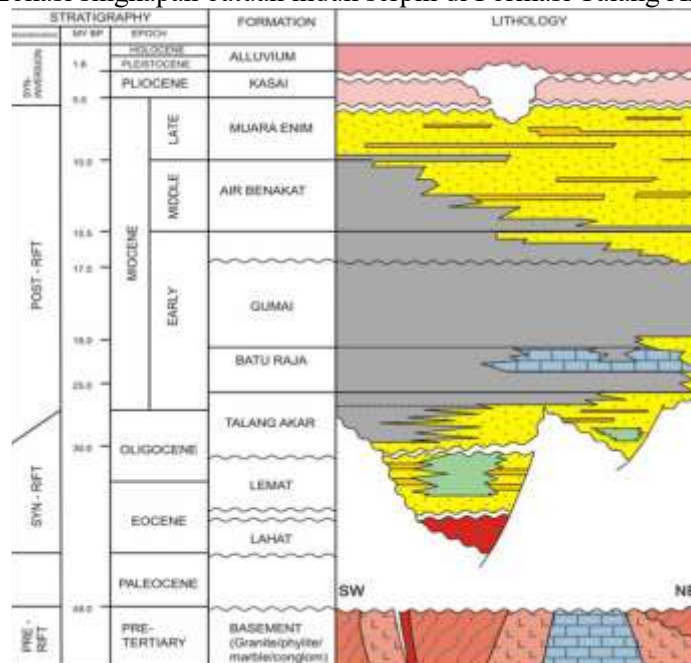
The research location includes the South Sumatra Basin where the formation target is the Eocene Talang Akar Formation. Shale outcrop was cropping in Tebing Tinggi village, Lahat Regency, South Sumatra. The study of the potential of shale source rock in the Tebing Tinggi area aims to determine and evaluate the potential of hydrocarbons based on rock eval pyrolysis analysis and organic petrology. The outcrop profile is composed of intercalated sandstone shale and claystone, deposited in a shallow lacustrine environment in the Eocene with the presence of *meliaceae* type and *monoporites annulatus/gramineae pollen* fossils. The results of organic petrological analysis (maceral) of shale for the Talang Akar Formation in the Tebing Tinggi area consist of vitrinite, lamalginite (liptinite), quartz and pyrite. Maceral lamalginite (liptinite) is an organic material derived from terrestrial plants in the form of algae that will produce oil. The results of the analysis of Tebing Tinggi shale pyrolysis have very good potential to produce oil. The potential of shale source rock for the Talang Akar Formation in the Tebing Tinggi area, South Sumatra generally oil produces and immature condition.

Keywords: shale, lacustrine, maceral, oil, immature

1. Pendahuluan

Lokasi daerah penelitian terletak di Desa Ujungali, Tebing Tinggi, Kab. Lahat, Sumatra Selatan (Gambar 1). Singkapan batuan induk serpih tersingkap akibat hasil penggalian penduduk setempat dan dijumpai di tepi jalan besar perbatasan Kab. Lahat dengan Kab. Musi Rawas. Hasil plotting koordinat singkapan terhadap Peta Geologi Lembar Lahat dimana posisi singkapan termasuk dalam Formasi Talang Akar (Tomt) berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal [1] (Gambar 2).

Gambar 2. Lokasi singkapan batuan induk serpih di Formasi Talang Akar (Tomt) [1]



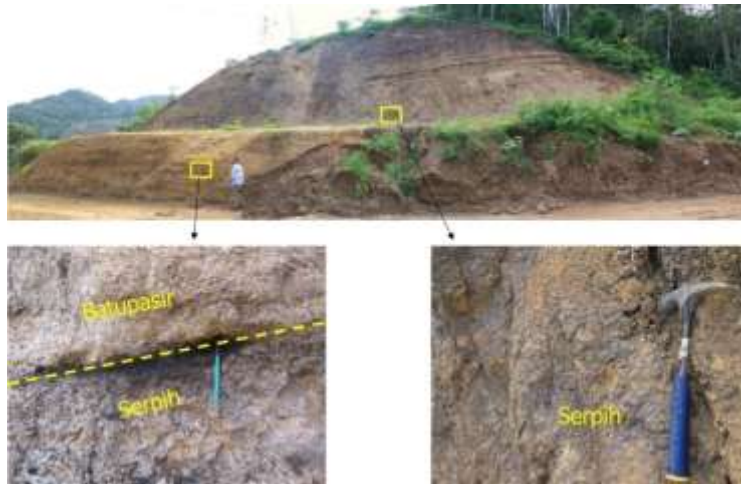
Gambar 3. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan [23]

Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan secara umum dapat dikenal satu *megacycle* (daur besar) yang terdiri dari suatu transgresi dan diikuti regresi. Formasi yang terbentuk selama fase transgresi dikelompokkan menjadi Kelompok Telisa (Formasi Talang Akar, Formasi Baturaja, dan Formasi Gumai). Kelompok Palembang diendapkan selama fase regresi (Formasi Air Benakat, Formasi Muara Enim, dan Formasi Kasai), sedangkan Formasi Lemat Lemat diendapkan sebelum fase transgresi utama [23] (Gambar 3).

Batuan serpih Formasi Talang Akar merupakan salah satu batuan induk hidrokarbon yang berada di Sumatra Selatan [36]. Oleh karena itu singkapan batuan serpih Formasi Talang Akar di Desa Ujungali menarik untuk diteliti karena dianggap sebagai singkapan yang baru ditemukan akibat penggalian oleh penduduk setempat. Penelitian yang dilakukan terdiri aspek bisotratigrafi, stratigrafi, komposisi organik penyusun serpih dan uji geokimia organik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah informasi sistem petroleum yang salah satunya kajian dalam hal batuan induk di Sumatra Selatan khususnya potensi migas di daerah perbatasan Kabupaten Lahat dengan Kabupaten Musi Rawas berdasarkan kajian petrologi organiknya.

Kajian petrologi organik menarik untuk diteliti karena keberadaan batuan sedimen serpih umumnya kaya akan kandungan organik, hal ini sering diasosiasikan sebagai bahan baku energi fosil, salah satunya batuan sedimen yang melimpah akan material organik adalah batuan yang mengandung bitumen atau serpih bitumen. Material organik serpih bitumen berasal dari akumulasi sisa-sisa organisme yang pernah hidup pada suatu lingkungan tertentu kemudian pada kondisi yang memungkinkan terendapkan dan terproses menjadi endapan serpih bitumen. Bahan-bahan organik tersebut berasal dari sisa tumbuhan seperti ganggang, spora, serbuk sari dan kutikula, namun pada umumnya berasal dari jenis tumbuhan rendah khususnya ganggang. Pembentukan serpih bitumen memerlukan persyaratan antara lain terdapatnya sumber tumbuhan (ganggang) yang melimpah, pembentukan awal pada kondisi anaerob, lingkungan pengendapan dengan kondisi air yang tenang baik secara *allochthone* atau *autochthone*.

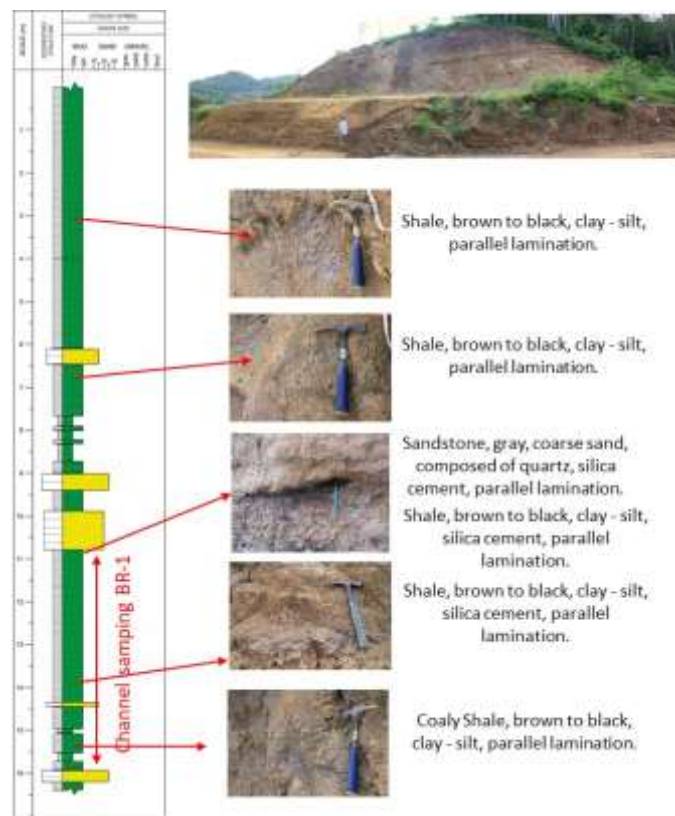
Berbagai tipe lingkungan pengendapan yang dapat berasosiasi dengan endapan serpih bitumen adalah: danau air tawar (*lacustrine*), rawa, laguna, danau-danau besar yang berasosiasi dengan Cekungan *Intramountain* dan endapan laut dangkal pada paparan yang stabil [26].



Gambar 4. Lokasi singkapan serpih di Desa Ujungali, Tebing Tinggi, Lahat, Sumatra Selatan

2. Metode Penelitian

Metode penelitian dalam kegiatan ini dimulai dari kajian pustaka dilanjutkan dengan pekerjaan survey geologi lapangan yaitu melakukan pengamatan singkapan guna memastikan batuan yang di amati adalah serpih dengan ciri-ciri seperti warna gelap-kehitaman (sebagai penanda mengandung unsur karbon organik), ukuran butir lempung pasir, struktur menyerpih/laminasi, kemudian pembuatan profil singkapan lapangan, pengambilan contoh batuan serpih dengan metode *channel* sampling serta pengambilan foto singkapan sebagai bukti dokumentasi. Uji laboratorium meliputi analisa komposisi maseral (kerogen) melalui analisa mikroskop sayatan poles dilakukan di Puslitbang ESDM Tekmira Bandung menggunakan Microscope Spectrophotometer Polarization with Fluorescence, tipe: MPM 100, merk : Zeiss, Analisa biostratigrafi polen dilakukan di badan Geologi ESDM Pusat Sumberdaya Geologi (PSG), dan analisa geokimia organik yaitu Rock Eval Pirolysis dilakukan di Puslitbang Lemigas ESDM Jakarta. Berdasarkan pengamatan singkapan dan metoda channel sampling maka maka jumlah sampel serpih diperoleh sebanyak 1 contoh.



Gambar 5. Profil singkapan serpih daerah penelitian.



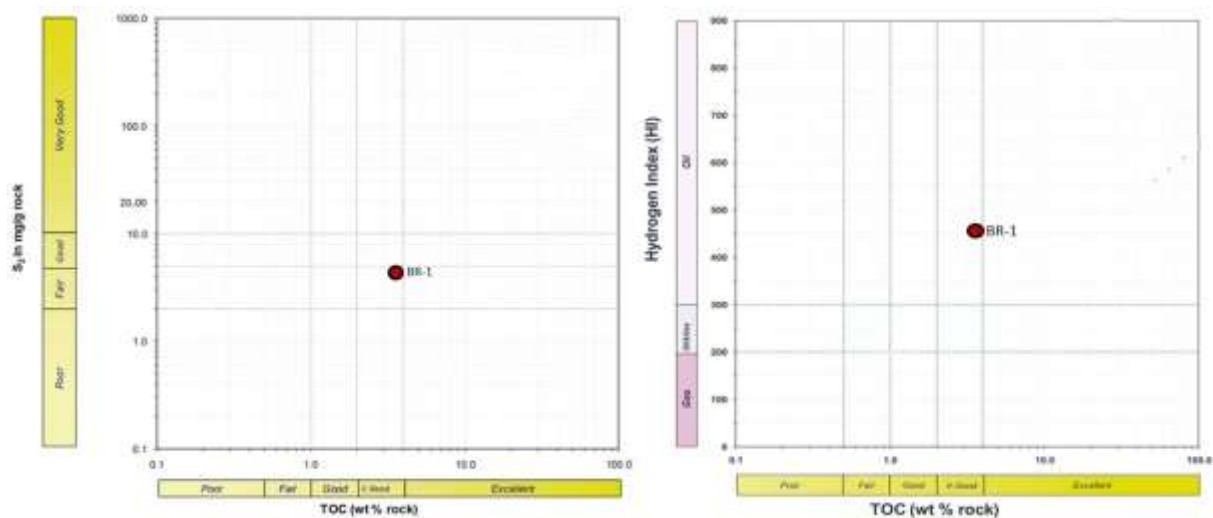
Gambar 6. Kenampakan mikroskopis petrologi organik sampel BR-1 serpih Desa Ujungali, Tebing Tinggi, Lahat, Sumatra Selatan.

3. Hasil

Hasil pekerjaan geologi lapangan lokasi singkapan serpih adalah hasil penggalian penduduk setempat sehingga singkapan tersebut tergolong masih baru (Gambar 4). Hasil pekerjaan profil vertikal singkapan batuan serpih daerah penelitian terdiri dari batuan serpih sisipan batupasir kasar dan serpih batubara (*coally shale*). Serpih, lunak, warna coklat- kehitaman, ukuran lempung-lanau, menyerpih, mineral kuarsa, semen silika, campuran pecahan karbon. Batupasir kasar, lunak, kecoklatan, masih, mineral kuarsa, campuran karbon dan oksida besi (Gambar 5).

Hasil analisa biostratigrafi palinologi (kode sampel BR-1) hadir fosil polen tipe *meliaceae* dan *monoporites annulatus/gramineae pollen* diendapkan di danau air tawar (*lacustrine*) [25]. Data hasil pengamatan mikroskopis maseral organik serpih Desa Ujungali Tebing Tinggi, terdiri dari komponen organik : vitrinite, liptinite (lamalginite), vitrinite (detrovitrinite) mineral yang hadir kuarsa dan pyrite (Gambar 6).

Hasil analisa rock eval pyrolysis dari 1 contoh serpih nomor BR-1, plotting Total Organic Carbon (TOC) terhadap nilai S₂ (penentuan kapasitas sisa batuan induk) dan plotting TOC terhadap Hydrogen Index (HI), maka kualitas batuan induk serpih Desa Ujungali Tebing Tinggi Lahat Sumatra Selatan termasuk sangat baik (*very good*) [30] (Gambar 7).



Gambar 7. Ploting TOC terhadap S₂ dan TOC terhadap HI untuk mengetahui kualitas batuan induk serpih [8].

Tabel 1. Hasil Analisa Rock Eval Pyrolysis dan kandungan TOC

No	Sample ID	Sample Type	TOC (%)	S1	S2 mg/g	S3	Tmax(Oc)	OPI	PY	HI	OI
1	BR-1	Outcrop Shale	3,55	1,09	4,32	0,75	427	0,201	5,41	122	21,1

Hasil plotting di diagram Van Krevelen, Temperatur Maksimal (Tmax) terhadap Hydrogen Index (HI) masuk dalam tipe II yaitu fase pembentukan minyak (tipe II/oil zone), sedangkan plotting Oksigen index terhadap hydrogenOIndex (HI) masuk dalam pembentukan minyak (*oil prone*) [29] (Gambar 8). Hasil pengukuran nilai Reflektan Vitrinite (Ro) dari conto BR-1 serpih hitam karbonan Formasi Talang Akar yaitu 0,38% termasuk kategori belum matang (*immature*). Berikut kisaran nilai kematangan batuan induk berdasarkan nilai reflektan vitrinite [32] dapat dilihat pada tabel 2.

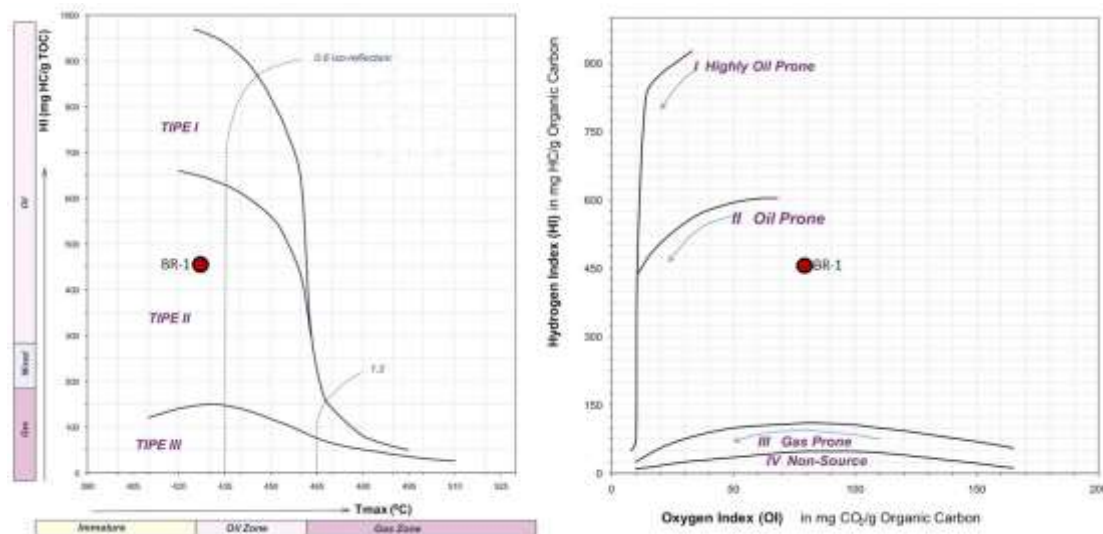
4. Pembahasan

Data hasil pengamatan mikroskopis organik (maseral) batuan serpih Desa Ujungali, Tebing Tinggi, terdiri dari maseral : vitrinite (detrovitrinite), liptinite (lamalginite) dan mineral matter yang hadir adalah kuarsa dan pyrite (Gambar 6). Maseral vitrinite berasal dari tumbuh-tumbuhan yang mengandung serat kayu (*woody tissue*) seperti batang, akar, dahan dan serat daun serta bersifat homogen memiliki sifat reflektan yang sangat tinggi, oleh karena itu vitrinite digunakan sebagai petunjuk untuk tingkat kematangan batuan organik baik batubara atau batuan induk serpih melalui pengukuran reflektan vitrinite. Secara kimia vitrinite memiliki ratio O/C yang tinggi penghasil *gas prone* [31]. Melalui pengamatan mikroskopis refleksi maseral vitrinite memperlihatkan warna pantul lebih terang, mulai dari abu-abu tua sampai abu-abu terang. Maseral detrovitrinite berupa fragmen-fragmen (detritus) dari maseral vitrinite yang terkepung dalam mineral matter (kuarsa atau pyrite) [28]. Nilai reflektan vitrinite sampel serpih BR-1 tingkat kematangannya adalah belum matang (*immature*) [32].

Maseral liptinite berasal dari organ tumbuhan (ganggang/algae, spora, kotak spora, kulit luar (kutikula), getah tanaman (resin) dan serbuk sari/polen) [28]. Maseral liptinite memiliki kandungan hydrogen (H) tinggi merupakan penghasil minyak termasuk tipe kerogen I/II (*oil prone*). Sampel serpih BR-1 tampak hadir maseral liptinite jenis lamalginite berasal dari alga/alginite. Alginite diperkirakan berasal dari alga yang berhubungan dengan Botryococcus (seperti Reinschia dan Pita) [26]. Alginite merupakan tipe kerogen II yang cenderung menghasilkan hidrokarbon berupa minyak (*oil prone*). Lamalginite tampak sebagai lembaran yang sangat halus dan berselang-seling dengan mineral matter. Maseral lamalginite yang berasal dari alga, memiliki sifat mikroskopis sebagai komponen pembentuk masa dasar. Lamalginite umumnya berasosiasi dengan phytoplankton yang “*alongate*” pada sayatan. Kehadiran maseral lamalginite di sampel serpih BR-1 membuktikan serpih tersebut sebagai batuan induk penghasil minyak (*oil*). Berdasarkan plotting hubungan Hidrogen Indeks (HI) terhadap S2 (penentuan kapasitas sisa batuan induk) dan Hidrogen Indeks (HI) terhadap Oksigen Indeks (OI) di diagram Van Krevelen membuktikan serpih Ujungali Tebing Tinggi Lahat lebih cenderung menghasilkan minyak (*oil prone*) dibanding *gas prone* (Gambar 8). Kondisi ini diperkuat dengan tingkat kualitas batuan induk serpih nomor BR-1 adalah sangat baik (*very good*) berdasarkan plotting Total Organic Carbon (TOC) terhadap nilai S2 dan plotting TOC terhadap Hidrogen Indeks (HI) (Gambar 7). Makin banyak kandungan alginite maka kandungan minyak juga makin banyak [33] [27].

Tabel 2. Pengukuran kematangan termal berdasarkan nilai pantulan vitrinite [32]

Ro (%)	Kondisi Batuan Induk
< 0,35%	belum matang
<0,60%	awal matang
0,60-1,20%	minyak terbentuk
0,70-1,00%	puncak pembentukan minyak
1,00-2,00%	gas basah
1,35-3,20%	gas kering



Gambar 8. Plot Tmax terhadap HI dan OI terhadap HI [7].

Dengan demikian berdasar komposisi organik (maseral), kualitas batuan induk serpih, tipe hidrokarbon, maka serpih di Desa Ujungali, Tebing Tinggi, Lahat, Sumatra Selatan berpotensi menghasilkan minyak (*oil prone*), namun demikian perlu hasil penelitian perlu di validasi kembali dengan menambah jumlah sampel serpih yang lebih representatif, mengingat jumlah sampelnya hanya 1 (satu) contoh, guna menghasil kesimpulan yang lebih valid.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis petrologi organik terhadap sampel serpih BR-1 dari Desa Ujungali, Tebing Tinggi, Lahat, Sumatra Selatan, teridentifikasi bahwa sampel ini menunjukkan potensi signifikan sebagai batuan induk dalam produksi hidrokarbon. Kehadiran maseral Vitrinite dan Lamalginite menandakan kapabilitas sampel dalam menghasilkan gas serta minyak. Walaupun tingkat kematangan batuan induk menunjukkan status immature, kualitasnya dianggap sangat baik. Mengingat Cekungan Sumatra Selatan dikenal sebagai salah satu cekungan hidrokarbon terpenting di Indonesia, temuan ini menambah wawasan mengenai potensi batuan induk di daerah tersebut. Dengan mempertimbangkan semua karakteristik ini, dapat disimpulkan bahwa sampel memiliki potensi yang dominan untuk produksi minyak dalam konteks Cekungan Sumatra Selatan, atau dikenal sebagai oil prone.

Daftar Pustaka

- [1] S. Gafoer, T. Cobrie, and J. Purnomo, "Geological Map of The Lahat Quadrangles, Sumatra, Scale 1:250.000, Geological Research and Development, Bandung," 1986.
- [2] B. Novrian, H. Nugroho, and R. Setyawan, "Evaluasi Batuan Induk dan Studi Karakterisasi untuk Korelasi Minyak Bumi-Batuan Induk Berdasarkan Analisis Geokimia Biomarker dan Isotop Karbon Stabil pada Sumur 'Bayan-2', Cekungan Jawa Barat Utara," Doctoral dissertation, Faculty of Engineering Diponegoro University, 2016.
- [3] N. I. Asral, "GEOLOGI DAN KARAKTERISTIK SERPIH FORMASI GUMAI SEBAGAI POTENSI HIDROKARBON NONKONVENSIONAL DI DESA SUNGAI PAUR DAN SEKITARNYA, KECAMATAN RENAH MENDALUH, KABUPATEN TANJUNG JABUNG BARAT, PROVINSI JAMBI," Doctoral dissertation, Teknik Geologi, 2021.
- [4] D. P. Ginting et al., "Potensi Batuan Induk Anggota Zeldia Dan Gita, Formasi Talang Akar, Cekungan Asri Berdasarkan Analisis Geokima," *Geoscience Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 95-101, 2019.
- [5] R. C. Wibowo, O. Dewanto, and M. Sarkowi, "Prediksi Total Organic Content (TOC) Dengan Teknik Machine-Learning Pada Batu Serpih Kaya Material Organik," 2021.
- [6] B. C. T. Sinaga, "PENENTUN ZONA PROSPEK HIDROKARBON PADA FORMASI LOWER TALANG AKAR BERDASARKAN WIRELINE LOG DILAPANGAN BCT-1, BCT-2, BCT-3, BCT-S1 DAN BCT-S2, CEKUNGAN SUMATERA SELATAN," 2018.

- [7] N. FEZY, "KARAKTERISASI BATUAN CARBONATE, CLAY, SANDSTONE PADA RESERVOAR MIGAS MENGGUNAKAN METODE PETROFISIKA, NUKLIR, DAN GEOKIMIA DI LAPANGAN NVL," 2015.
- [8] H. Alawy, "PENERAPAN INVERSI ACOUSTIC IMPEDANCE DAN ATRIBUT SEISMIK UNTUK MEMPREDIKSI PENYEBARAN RESERVOAR BATUPASIR KONGLOMERATAN PADA FORMASI TALANGAKAR BAWAH DI LAPANGAN TABAH, SUB-CEKUNGAN JAMBI, CEKUNGAN SUMATRA SELATAN," Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, 2020.
- [9] N. Jannah and E. W. D. Hastuti, "GEOLOGI DAN KARAKTERISTIK PETROGRAFI BATUGAMPING FORMASI BATURAJA DAERAH PENDAGAN KABUPATEN OKU SELATAN SUMATERA SELATAN," *Applicable Innovation of Engineering and Science Research (AVoER)*, pp. 146-151, 2019.
- [10] D. Adrian, "Identifikasi Sebaran Dan Estimasi Sumber Daya Batubara Menggunakan Metode Poligon Berdasarkan Intepretasi Data Logging Pada Lapangan 'Ada' Sumatera Selatan," 2017.
- [11] D. P. SUENDRA, "ANALISIS LOG DENSITAS TERHADAP DATA PROKSIMAT DAN PERHITUNGAN VOLUME BATUBARA PADA LPANGAN 'DEA' SUMATERA SELATAN," 2016.
- [12] B. Friskyawan, "PEMODELAN LAPISAN BATUBARA DAN PERHITUNGAN SUMBERDAYA BATUBARA BERDASARKAN DATA LOG, CORE, DAN KUALITAS BATUBARA PADA LOKASI TAMBANG MUARA TIGA BESAR, PT BUKIT ASAM TBK., KAB. MUARA ENIM, SUMATRA SELATAN," 2022.
- [13] D. F. Ardhyasari, "Analisa Data Proksimat Dan Perhitungan Volume Batubara Berdasarkan Data Log Densitas Dan Gamma Ray Dari Lapangan 'TG' PT. Sucofindo (Persero), Tbk. Institut Teknologi Sepuluh November," Surabaya, 2017.
- [14] I. Firmansyah, A. Candra, and F. R. Widiatmoko, "Geological Mapping of the Longkeyang and Surrounding Regions, Bodeh District, Pemalang Regency, Central Java," *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, vol. 2, no. 1, pp. 9-18, 2021.
- [15] F. R. Widiatmoko, M. Aziz, and I. Firmansyah, "Geological Mapping of Gunungbatu and Surrounding Areas, Bodeh District, Pemalang Regency, Central Java," *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, vol. 2, no. 1, pp. 19-29, 2021.
- [16] Y. Firmansyah, D. Riaviandhi, and R. Mohammad, "Sikuen Stratigrafi Formasi Talang Akar Lapangan 'Dr', Sub-Cekungan Jambi, Cekungan Sumatera Selatan," *Bulletin of Scientific Contribution*, vol. 14, no. 3, pp. 263-268, 2016.
- [17] H. Panggabean and L. D. Santy, "Sejarah penimbunan cekungan Sumatera Selatan dan implikasinya terhadap waktu generasi hidrokarbon," *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, vol. 22, no. 4, pp. 225-235, 2012.
- [18] F. Siallagan, "Analisis Reservoir Migas Berdasarkan Parameter Petrofisika Dari 7 Sumur Di Cekungan Sumatera Selatan," 2017.
- [19] Daryono, S. K., Prasetyadi, C., Paripurno, E. T., Sutanto, S., & Faozi, A. Z. (2022). Facies and architectural analysis of Paleogen fluvial deposits of the measured section of Rambangnia and Air Napalan Rivers in Palembang Sub-basin. *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, 3(1), 24-33.
- [20] A. Novriansyah et al., "Ketone solvent to reduce the minimum miscibility pressure for CO2 flooding at the South Sumatra Basin, Indonesia," *Processes*, vol. 8, no. 3, p. 360, 2020.
- [21] Salindeho, L. M. (2020). Analysis of the relationship between porosity and permeability in reservoir modeling using the petrophysical rock type approach. *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, 1(1), 48-55.
- [22] Agustine, D. W. (2020). Multi-attribute Seismic application for Modeling Static Reservoir In "Athran" Field South Sumatera Basin. *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, 1(1), 40-47.
- [23] D. Ginger and K. Fielding, "The Petroleum System and Future Potential of The South Sumatera Basin," in *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 30th Annual Convention & Exhibition*, Indonesian Petroleum Association, 2005.
- [24] P. Haseldonckx, "Palynological Interpretations of Paleoenvironments in South East Asia," *Sains Malaysiana*, 1974.

- [25] A. C. Hutton, A. J. Kanstler, and A. C. Cook, "Organic Matter in Oil Shale," APEA Journal, vol. 20, pp. 44-62, University of Wollongong, N.S.W. Australia, 1980.
- [26] A. C. Hutton, "Petrographic Classification of Oil Shale," International Journal of Coal Geology, pp. 203-231, Amsterdam, 1987.
- [27] W. Kalkreuth, "Introduction to Organic Petrology. Short Course Notes," Institut For Geologie, Freie Universitat Berlin, Germany, 1987.
- [28] D. W. van Krevelen, "Coal: typology, chemistry, physics, constitution, 3rd ed.," Amsterdam, Elsevier, 979 pp., 1993.
- [29] K. E. Peters, "Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis," Bulletin AAPG, vol. 70, pp. 318-329, 1986.
- [30] E. Stach et al., "Stach's Textbook of Coal Petrology 3rd edition," Gebr. Borntraeger, Berlin-Stuttgart, p. 481, 1982.
- [31] J. T. Sentfle and C. R. Landis, "Vitrinite reflectance as a tool to asses thermal maturaty. source and migration Processes and evaluation Technique," in Robert K. Merrill (Ed.), Proceedings of the International Field Exploration and Development Conference 2019, The American Association of Petroleum Geologist, Tulsa, Oklahoma, U.S.A., 74101, pp. 119-889, 1991.
- [32] T. F. Yen and G. V. Chilingarian, "Oil Shale," Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam-Oxford-New York, 1976.
- [33] C. P. Riyandhani, "Potensi batuan induk Formasi Talang Akar dan Lemat Penghasil Hidrokarbon di Cekungan Sumatra Selatan," Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah, Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, vol. 6, no. 1, pp. 15-23, January 2021.