

IDENTIFIKASI DAN PENENTUAN ZONA PERSEBARAN BATUAN INDUK POTENSIAL HIDROKARBON MENGUNAKAN DATA SEISMIC DAN SUMUR DI CEKUNGAN WAIPOGA, PAPUA

MAKMUR USMAN



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Identifikasi dan Penentuan Zona Persebaran Batuan Induk Potensial Hidrokarbon Menggunakan Data Seismik dan Sumur di Cekungan Waipoga, Papua” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Makmur Usman
NIM C5401221019



ABSTRAK

MAKMUR USMAN. Identifikasi dan Penentuan Zona Persebaran Batuan Induk Potensial Hidrokarbon Menggunakan Data Seismik dan Sumur di Cekungan Waipoga, Papua. Dibimbing oleh HENRY MUNANDAR MANIK dan TUMPAL BERNHARD NAINGGOLAN.

Cekungan Waipoga merupakan cekungan yang terletak di Indonesia Timur dengan prospek hidrokarbon berupa minyak dan gas yang dibuktikan dengan adanya akumulasi minyak dan juga sumber gas yang merupakan campuran gas biogenik dan termogenik. Tetapi penelitian mengenai batuan induk dengan mengintegrasikan data geofisika dan evaluasi sistem petroleum secara komprehensif masih relatif terbatas terutama di bagian timur Indonesia. Penelitian ini bertujuan menentukan zona persebaran batuan induk menggunakan metode petrofisika, *total organic carbon* (TOC) dengan membandingkan metode Passey serta *multi linear regression* (MLR), dan juga impedansi akustik. Hasil penelitian menunjukkan adanya potensi batuan induk, di mana petrofisika mengindikasikan litologi *shale* berporositas minim dengan fluida minyak dan air. Estimasi TOC menggunakan metode MLR memberikan hasil yang lebih konsisten dan akurat dibandingkan metode Passey, yang ditunjukkan oleh nilai koefisien determinasi (R^2) yang lebih tinggi. Hasil TOC MLR menunjukkan nilai baik sampai sangat baik pada kedua sumur. Litologi *shale* yang kaya akan organik juga didukung oleh nilai inversi impedansi akustik (AI) yang rendah, yaitu sebesar 10.243,11 – 10.428,43 (m/s).(g/cm³), dimana nilai tersebut lebih kecil dari pada nilai impedansi akustik di formasi sekitarnya. Hasil analisis petrofisika pada kedua sumur menunjukan nilai *cut off volume shale* >31% untuk sumur Elang-1 dan >19% untuk sumur P-1, porositas efektif <15% untuk sumur Elang-1 dan <12% Untuk P-1, saturasi air <43% untuk sumur Elang-1 dan <50% untuk sumur P-1, serta permeabilitas <32 mD untuk Elang-1 dan <4 mD untuk P-1. Hasil identifikasi batuan induk menunjukan bahwa zona batuan induk potensial pada Formasi Makats di Cekungan Waipoga memenuhi kriteria sebagai batuan induk potensial berdasarkan analisis petrofisika, impedansi akustik, dan TOC.

Kata Kunci: Batuan induk, impedansi akustik, *total organic carbon*, petrofisika



ABSTRACT

MAKMUR USMAN. Identification and Determination of the Distribution Zone of Potential Hydrocarbon Source Rocks Using Seismic and Well Data in the Waipoga Basin, Papua. Supervised by HENRY MUNANDAR MANIK dan TUMPAL BERNHARD NAINGGOLAN.

The Waipoga Basin is a basin located in Eastern Indonesia with hydrocarbon prospects in the form of oil and gas, as evidenced by oil seeps and gas sources consisting of a mixture of biogenic and thermogenic gas. However, research on source rocks integrating geophysical data and comprehensive petroleum system evaluation remains relatively limited, particularly in the eastern part of Indonesia. This study aims to determine the distribution zone of source rocks using petrophysical methods, total organic carbon (TOC) by comparing the Passey method and multiple linear regression (MLR), as well as acoustic impedance. The results indicate the potential presence of source rocks, where petrophysical analysis indicates shale lithology with minimal porosity containing oil and water. TOC estimation using the MLR method yields more consistent and accurate results compared to the Passey method, as demonstrated by a higher coefficient of determination (R^2). The MLR TOC results show good to very good values in both wells. Organically rich shale lithology is also supported by low acoustic impedance (AI) values of 10.243,11 – 10.428,43 (m/s).(g/cm³), which are lower than the acoustic impedance values of the surrounding formations. Petrophysical analysis of both wells shows cut-off values of shale volume >31% for the Elang-1 well and >19% for the P-1 well, effective porosity <15% for Elang-1 and <12% for P-1, water saturation <43% for Elang-1 and <50% for P-1, and permeability <32 mD for Elang-1 and <4 mD for P-1. The source rock identification results indicate that the potential source rock zone in the Makats Formation of the Waipoga Basin meets the criteria as a potential source rock based on petrophysical analysis, acoustic impedance, and TOC.

Keywords: Acoustic impedance, Source rock, total organic carbon, petrophysics



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

IDENTIFIKASI DAN PENENTUAN ZONA PERSEBARAN BATUAN INDUK POTENSIAL HIDROKARBON MENGUNAKAN DATA SEISMIC DAN SUMUR DI CEKUNGAN WAIPOGA PAPUA

MAKMUR USMAN

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan

**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Ir. Susilohadi
- 2 Dr. Ir. Totok Hestirianoto, M.Sc

Judul Skripsi: Identifikasi dan Penentuan Zona Persebaran Batuan Induk
Potensial Hidrokarbon Menggunakan Data Seismik dan Sumur di
Cekungan Waipoga, Papua

Nama : Makmur Usman
NIM : C5401221019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Henry Munandar Manik S.Pi., M.T., Ph.D.

Pembimbing 2:

Tumpal Bernhard Nainggolan, S.T., M.T.



Digitally signed by:
Henry Munandar Manik

Date: 22 Jul 2026 08:39:57 WIB
Verify at dsign.ipb.ac.id



Diketahui oleh

Plt. Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan
Dr. Syamsul Bahri Agus, S.Pi., M.Si.
NIP 197207262005011002



Tanggal Ujian: 25 Juni 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga proposal tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam tugas akhir yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2025 ini ialah identifikasi persebaran batuan induk, dengan judul “ Identifikasi dan Penentuan Zona Persebaran Batuan Induk Potensial Hidrokarbon menggunakan Data Seismik dan Sumur di Cekungan Waipoga Papua”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Henry Munandar Manik S.Pi., M.T., Ph.D dan Bapak Tumpal Bernhard Nainggolan, S.T, M.T, yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga dan teman-teman yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Di samping itu, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberikan izin kepada penulis untuk menggunakan data yang digunakan dalam penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026

Makmur Usman



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
1.6 Hipotesis	3
II METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Kerja	4
2.4 Analisis Data Geologi atau Petrofisika	7
2.4.1 <i>Volume Shale</i> (Vsh)	7
2.4.2 Porositas Efektif (PHIE)	8
2.4.3 Saturasi Air (Sw)	9
2.4.4 Permeabilitas (k)	10
2.5 Analisis Data Geofisika atau Seismik	10
2.5.1 Analisis Resolusi Seismik	11
2.5.2 Analisis Sensitivitas	12
2.5.3 Analisis <i>Well Seismic Tie</i>	12
2.5.4 Penelusuran Horizon	12
2.5.5 Pembuatan Model Awal	13
2.5.6 Inversi Impedansi Akustik	13
2.6 Analisis data Geokimia atau <i>Total Organic Carbon</i> (TOC)	14
2.6.1 Passey	14
2.6.2 <i>Multi Linear Regression</i> (MLR)	15
III HASIL DAN PEMBAHASAN	16
3.1 Penentuan Zona Target Batuan Induk	19
3.2 Petrofisika	21
3.2.1 <i>Volume Shale</i> (Vsh)	21
3.2.2 Porositas efektif (PHIE)	23
3.2.3 Saturasi Air (Sw)	24
3.2.4 Permeabilitas (k)	25
3.2.5 <i>Zona Cut Off</i>	26
3.3 Analisis Impedansi Akustik	28
3.3.1 Analisis Resolusi Seismik	29
3.3.2 Analisis Sensitivitas	30



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3.3.3	Analisis <i>Well Seismic Tie</i>	31
3.3.4	Hasil Penelusuran Horizon	33
3.3.5	Pembuatan Model Awal	36
3.3.6	Analisis Pra-Inversi	39
3.3.7	Inversi Impedansi Akustik	40
3.3.8	Analisis Heterogenitas Impedansi Akustik Pada Zona Target	43
3.3.9	Analisis Peta Struktur Waktu	44
3.4	Analisis <i>Total Organic Carbon</i> (TOC)	46
3.5	Korelasi Impedansi Akustik dan Total Organic Carbon (TOC)	49
IV	SIMPULAN DAN SARAN	50
4.1	Simpulan	50
4.2	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN	55
	RIWAYAT HIDUP	56

DAFTAR TABEL

1	Perangkat lunak yang digunakan dan fungsinya	4
2	Klaifikasi nilai Vsh	8
3	Klasifikasi nilai porositas	9
4	Klasifikasi nilai Sw	10
5	Klasifikasi nilai k	10
6	Parameter tingkat kematangan termal batuan induk	14
7	Klasifikasi nilai TOC	15
8	Elevasi awal dan akhir setiap formasi	18
9	Zona target batuan induk	21
10	<i>Parameter picking volume shale</i>	22
11	Hasil analisis Vsh	22
12	Litologi hasil <i>coring</i>	23
13	<i>Parameter picking</i> PHIE	24
14	Hasil analisis PHIE	24
15	<i>Parameter picking</i> Sw	25
16	Hasil analisis Sw	25
17	Hasil analisis nilai k	26
18	Rata-rata nilai petrofisika	27
19	Nilai <i>cut off</i>	28
20	Perhitungan ketebalan tuning	29
21	Perhitungan zona fresnel	30
22	Nilai impedansi akustik	43
23	Hasil pengukuran geokimia dan <i>log</i> sumur pada Elang-1	46
24	Rata-rata nilai TOC MLR	49

DAFTAR GAMBAR

1	Peta penelitian dan titik sumur serta lintasan seismik 2D, garis merah merupakan lintasan seismik yang dilakukan analisis impedansi akustik	6
2	Diagram alir penelitian	7
3	Elemen tektonik di Teluk Cendrawasih, Papua (Sapiee <i>et al.</i> 2010)	16
4	Stratigrafi regional lokasi kajian (LEMIGAS 2015)	17
5	Korelasi sumur Elang-1 dan P-1	18
6	Zona target batuan induk, dimana zona hijau merupakan zona target batuan induk prospek hidrokarbon dan zona hitam indikasi <i>mudcake</i>	20
7	Histogram <i>log gamma-ray</i>	22
8	Plot silang <i>log</i> densitas dan neutron	24
9	<i>Pickett plot</i> resistivitas air	25
10	<i>Composite log</i> petrofisika, zona hijau merupakan zona target	27
11	<i>Crossplot</i> untuk <i>cut off</i> sumur Elang-1	28
12	<i>Crossplot</i> untuk <i>cut off</i> sumur P-1	28
13	Analisis sensitivitas impedansi akustik terhadap densitas	30

14	Cross section zona target batuan induk berwarna hijau	31
15	Zero phase wavelet (atas), spektrum amplitudo dan fasa (bawah)	32
16	Hasil well seismic tie sumur P-1, zona hijau merupakan zona target batuan induk (a) CE3-012, (b) CE3-049	33
17	Hasil penelusuran horizon (a) CE3-012, (b) CE3-049	35
18	Model awal impedansi akustik, dimana zona merah merupakan zona target (<i>Middle Makats</i>) (a) CE3-012, (b) CE3-049	38
19	Hasil analisis pra-inversi lintasan seismic, dimana zona target merupakan zona berwarna hijau (a) CE3-012 (b) CE3-049	40
20	Penampang inversi impedansi akustik (a) CE3-012 (b) CE3-049	42
21	Nilai standar deviasi impedansi akustik pada Formasi Makats	43
22	Peta struktur waktu 45 lintasan seismic 2D	45
23	Hubungan antara data pengukuran geokimia (<i>measured TOC</i>) dengan estimasi TOC menggunakan Passey dan MLR	47
24	<i>Composite log TOC</i> , zona hijau merupakan zona target	48
25	Hubungan antara nilai TOC dan AI	49

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kelengkapan data pencatatan (<i>log</i>) pada sumur Elang-1 dan P-1	55
---	---	----