IDENTIFIKASI STRUKTUR LAPISAN BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFRAKSI DI DESA PALLA, SUMBA

DHEA KARTIKA PUTRI
H1071221021

SKRIPSI

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

IDENTIFIKASI STRUKTUR LAPISAN BAWAH PERMUKAAN MENGGUNAKAN METODE SEISMIK REFRAKSI DI DESA PALLA, SUMBA

DHEA KARTIKA PUTRI
H1071221021

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	:	Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Seismik Refraksi Di Desa Palla, Sumba
Nama Mahasiswa	:	Dhea Kartika Putri
NIM	:	H1071221021
Jurusan/Program Studi	:	Fisika/Geofisika
Tanggal Lulus	:	31 Juli 2026
SK Pembimbing	:	No. 3685/DST/UN22.8/DT.00.09/2026 Tanggal : 03 Juli 2026
SK Penguji	:	No. 4910/DST/UN22.8/DT.00.09/2026 Tanggal : 28 Juli 2026

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc.	Zulfian, S.Si, M.Si.
NIP198911142019031011	NIP198812142020121005

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Yudha Arman, S.Si., M.Si., D.Sc.	Muliadi, S.Si., M.Si.
NIP197805132003121002	NIP197005101999031003

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc.	Zulfian, S.Si, M.Si.
NIP198911142019031011	NIP198812142020121005

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Dhea Kartika Putri
NIM	: H1071221021
Program Studi/ Jurusan	: Fisika/Geofisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini terbukti merupakan hasil pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, September 2026



Dhea Kartika Putri

H1071221021

Identifikasi Struktur Lapisan Bawah Permukaan Menggunakan Metode Seismik Refraksi Di Desa Palla, Sumba

Abstrak

Desa Palla di Pulau Sumba, Nusa Tenggara Timur, memiliki kondisi geologi yang beragam sehingga pemetaan struktur bawah permukaan diperlukan untuk mendukung kajian geologi, geoteknik, dan perencanaan pembangunan. Penelitian ini bertujuan menentukan nilai kecepatan gelombang primer (v_p), kedalaman, ketebalan lapisan, serta menginterpretasikan tatanan bawah permukaan menggunakan metode seismik refraksi. Data yang digunakan merupakan data sekunder hasil survei tahun 2024 yang mencakup dua lintasan pengukuran. Pengolahan data diawali melalui prosedur *Picking first arrival* menggunakan perangkat lunak *Geogiga Front End Express* versi 10.0, kemudian dilanjutkan analisis kurva travel time berbasis metode *intercept time*. Pemodelan penampang dua dimensi (2D) disusun berdasarkan pendekatan lapisan datar untuk menginterpretasikan kondisi bawah permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua lintasan tersusun atas dua lapisan utama. Pada Lintasan 1, lapisan pertama memiliki nilai v_p sebesar 625 m/s hingga 2500 m/s dengan ketebalan 1,9 m hingga 7,1 m, sedangkan lapisan kedua bernilai 769 m/s hingga 5000 m/s, dengan ketebalan 2,9 m hingga 8,1 m. Pada Lintasan 2, lapisan pertama memiliki nilai v_p sebesar 909 m/s hingga 1429 m/s, dengan ketebalan 1,6 m hingga 8,5 m, sedangkan lapisan kedua bernilai 1250 m/s hingga 1667 m/s, dengan ketebalan 1,5 m hingga 8,4 m. Lapisan pertama diinterpretasikan sebagai material berkekompakan rendah hingga sedang berupa tanah lepas, pasir, dan lempung. Lapisan kedua ditafsirkan sebagai material lebih kompak berupa lempung padat hingga batupasir dengan indikasi batuan beku keras pada bagian tertentu. Variasi kecepatan dan ketebalan ini mencerminkan perubahan geologi secara lateral. Penelitian ini membuktikan efektivitas metode seismik refraksi dalam menyediakan informasi awal untuk investigasi geologi dan geoteknik di Desa Palla.

Kata kunci: seismik refraksi, gelombang primer, *intercept time*, struktur bawah permukaan, Desa Palla.

Identification of Subsurface Layer Structures Using the Seismic Refraction Method in Palla Village, Sumba

Abstract

Palla Village on Sumba Island, East Nusa Tenggara, features diverse geological conditions, making subsurface structure mapping essential to support geological, geotechnical, and development planning studies. This study aims to determine primary wave velocity (v_p) values, depth, and layer thickness, as well as to interpret the subsurface arrangement using the seismic refraction method. The data used consist of secondary survey data from 2024 covering two measurement lines. Data processing began with a first arrival Picking procedure using Geogiga Front End Express version 10.0 software, followed by travel time curve analysis based on the intercept time method. Two-dimensional (2D) cross-sectional modeling was developed using a flat-layer approach to interpret subsurface conditions. The results indicate that both survey lines consist of two main layers. On Line 1, the first layer has a v_p value of 625 m/s to 2500 m/s with a thickness of 1,9 m to 7,1 m, while the second layer ranges from 769 m/s to 5000 m/s with a thickness of 2,9 m to 8,1 m. On Line 2, the first layer has a v_p value of 909 m/s to 1429 m/s with a thickness of 1,6 m to 8,5 m, whereas the second layer ranges from 1250 m/s to 1667 m/s with a thickness of 1,5 m to 8,4 m. The first layer is interpreted as low to medium compactness materials consisting of loose soil, sand, and clay. The second layer is interpreted as more compact materials, ranging from dense clay to sandstone, with indications of hard igneous rock in certain parts. These variations in velocity and thickness reflect lateral geological changes. This study proves the effectiveness of the seismic refraction method in providing preliminary information for geological and geotechnical investigations in Palla Village.

Keywords: *seismic refraction, primary wave, intercept time, subsurface structure, Palla Village..*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Identifikasi Lapisan Struktur Bawah Permukaan Menggunakan Seismik Refraksi di Desa Palla, Sumba"**. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura.

Dalam proses penyusunan tugas akhir ini tentu banyak mendapat bantuan, arahan, masukan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu, saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas berkat rahmat, karunia dan kekuatan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan lancar
2. Kedua orang tua tercinta, ayahanda Agus Susanto dan Ibunda Pitri serta kedua adik tersayang Dhevina Sabsal Bilal Nada dan Dhaffa Wijayanto yang telah memberikan semangat, dukungan dan doa selama ini.
3. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, Bapak Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si. beserta seluruh dosen dan staf di lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan akademik, dan pelayanan administrasi selama masa studi penulis.
4. Bapak Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si., selaku Ketua Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura, sekaligus sebagai dosen penguji pertama yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang sangat berarti untuk penyempurnaan skripsi ini.
5. Raditya Perdana S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I dan Zulfian, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan ilmu yang berharga sejak awal penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
6. Yudha Arman, S.Si., M.Si.,D.Sc., selaku dosen penguji 1 dan Muliadi, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis terkait kekurangan yang terdapat pada penelitian.

7. Teman-teman tercinta, Maria Putri S N, Rafa Widdadian Utami, S.Si, Lusiana, Ade Angelica Febriani, Fannisya Rahmalia atas kebersamaan, dukungan moral dan semangat yang diberikan selama perkuliahan ini.
8. Teman-teman Prodi Geofisika angkatan 2022, atas kebersamaan, diskusi ilmiah, dan dukungan selama menjalani perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
9. Teman-teman seperjuangan, Ratih Kartika, Emi Lasmina, Hana Zahira, Fransiskus Mandus, Samuel Poberto, Adila Maharani, Aira Nayata dan Ferry yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama masa perkuliahan.
10. Teman-teman diskusi saat kegiatan, Nova, Nana, Lala, Delia, Mian, Dien dan Leo yang telah membersamai dalam perjalanan penulis selama masa kepengurusan.
11. Pada orang orang yang senantiasa membantu dalam proses, yaitu Taufik Nur Fitrianto, S.Si., M.Si., Tiara Nusa Putri, S.Si., Asterina, S.Si., Andromeda, Yogi Frdeliansyah.
12. Ada pula orang-orang yang mungkin tidak selalu disebut dalam perjalanan akademik ini, tetapi kehadirannya memberikan bantuan dan kebaikan yang berarti bagi penulis, yaitu Ibu Siti selaku ibu kantin MIPA Baru, serta Kakak penjual es MIPA Baru.
13. Kepada karakter fiksi yaitu, Satoru Gojo, Giyu Tomioka, Muichiro Tokito, Kakashi Hatake dan Koro-sensei yang selalu menjadi penyemangat penulis,

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangannya, Penulis berharap semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi mahasiswa geofisika dan pembaca. Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Kuasa membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis selama proses perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.

Pontianak, 29 September 2026
Penulis

Dhea Kartika Putri
H1071221021

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Batasan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Geologi Regional Pulau Sumba 5
2.2 Gelombang Seismik 6
2.2.1 Gelombang Badan (*Body Wave*) 8
2.3 Metode Seismik Refraksi 10
2.4 Hukum Snellius 12
2.4.1 Prinsip Pembiasan Gelombang 13
2.4.2 Sudut Kritis dan Jarak Kritis 13
2.4.3 Skema Datar pada Metode Seismik Refraksi 14
2.5 Kurva Travel Time 15
2.5.1 Analisis *Travel Time* 16
2.5.2 Kecepatan Semu (*Slope Velocity*) 18
2.5.3 Waktu Intersep *(Intercept Time)* 18
2.5.4 Ketebalan Lapisan (*Layer Thickness*) 19
2.5.5 Titik Kritis, Jarak Kritis 19
2.5.6 Waktu Koreksi (*Correction Time*) 20
2.6 Interpretasi Kecepatan Gelombang Seismik 21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 22
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian 22
3.2 Alat dan Bahan 23
3.2.1 Alat Pengolahan Data 23
3.3 Data Penelitian 23
3.3.1 Data Sekunder Seismik Refraksi 23
3.4 Pengolahan, Permodelan, dan Interpretasi Data Penelitian 25
3.4.1 Input data seismik refraksi 25
3.4.2 *Pre-processing* data seismik refraksi 26
3.4.3 Pemodelan kecepatan 1D dengan metode *intercept time* 26
3.4.4 Pemodelan 2D dan inversi 27
3.4.5 Interpretasi dan analisis 27
3.5 Diagram Alir 29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 30
4.1 *Picking First Arrival* 30
4.2 Analisis Grafik *Travel Time* 31

4.2.1 Lintasan 1 31
4.2.2 Lintasan 2 34
4.3 Analisis Kecepatan Gelombang (v_p) 36
4.3.1 Lintasan 1 36
4.3.2 Lintasan 2 38
4.4 Perhitungan *Intercept Time* dan Jarak Kritis 39
4.4.1 Lintasan 1 39
4.4.2 Lintasan 2 41
4.5 Kedalaman dan Ketebalan Lapisan 42
4.5.1 Lintasan 1 42
4.5.2 Lintasan 2 43
4.6 Model Penampang Bawah Permukaan 45
4.6.1 Lintasan 1 45
4.6.2 Lintasan 2 46
BAB V PENUTUP 49
5.1 Kesimpulan 49
5.2 Saran 50
DAFTAR PUSTAKA 51
LAMPIRAN 52

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1 Tabel kecepatan gelombang batuan 21
Tabel 3.1 Alat pengolahan data yang digunakan 23
Tabel 4.1 Nilai Kecepatan Gelombang pada Lintasan 1..... 36
Tabel 4.2 Nilai Kecepatan Gelombang pada Lintasan 2..... 38
Tabel 4.3 Nilai *Intercept Time* dan Jarak Kritis pada Lintasan 1 39
Tabel 4.4 Nilai *Intercept Time* dan Jarak Kritis pada Lintasan 2 41
Tabel 4.5 Kedalaman Lintasan 1..... 42
Tabel 4.6 Kedalaman Lintasan 2..... 43

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Peta Geologi Nusa Tenggara Timur 5
Gambar 2.2 Waktu tiba gelombang badan. 7
Gambar 2.3 (a) Penjalaran gelombang P dan (b) gelombang S. 8
Gambar 2.4 Penjalaran gelombang seismik refraksi pada bidang batas lapisan ... 10
Gambar 2.5 Hukum Snellius 12
Gambar 2.6 Kurva *travel time* dan metode *intercept time* pada dua lapisan 15
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian 22
Gambar 3.2 Ilustrasi pengambilan data ……..…..24
Gambar 3.3 Diagram penelitian ……..…..…….30
Gambar 4.1 Hasil *Picking first arrival* pada salah satu shot gather. 301
Gambar 4.2 Grafik *travel time* interval 0-30 $\boldsymbol{m}$ 32
Gambar 4.3 Grafik *travel time* seluruh lintasan 33
Gambar 4.4 Grafik *travel time* interval 0-30 $\boldsymbol{m}$ 34
Gambar 4.5 Grafik *travel time* seluruh lintasan 35
Gambar 4.6 Penampang Bawah Permukaan Lintasan 1 45
Gambar 4.7 Penampang Bawah Permukaan Lintasan 2 46

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1. Prosedur Picking data seismik refraksi..... 52
Lampiran 2. Hasil picking data seismik refraksi lapisan 1 54
Lampiran 3. Hasil Picking data seismik refraksi lapisan 2 60
Lampiran 4. Travel Time Lintasan 1..... 62
Lampiran 5. Data Travel Time Lintasan 2 66
Lampiran 6. Perhitungan..... 67
Lampiran 7. Hasil Pemodelan Penampang Bawah Permukaan 68

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Sumba merupakan salah satu wilayah bagian timur di Indonesia yang memiliki kondisi geologi kompleks yang di akibatkan oleh proses tektonik, sedimentasi, dan pengangkatan kerak bumi yang berlangsung dalam waktu geologi. Proses tersebut menghasilkan litologi yang didominasi oleh batuan karbonat, batuan sedimen dan endapan permukaan dengan sifat fisik yang berbeda-beda sehingga memengaruhi karakteristik lapisan bawah permukaan. Desa Palla, yang berada di Pulau Sumba, memiliki kondisi geologi yang mencerminkan karakteristik regional tersebut, sehingga informasi mengenai struktur bawah permukaan menjadi penting untuk mendukung kajian geologi, geoteknik, serta perencanaan pembangunan. Namun, informasi mengenai karakteristik lapisan bawah permukaan di wilayah ini masih terbatas, terutama yang berkaitan dengan ketebalan lapisan, kedalaman batuan dasar, dan distribusi sifat fisik batuan. Oleh karena itu, diperlukan metode investigasi bawah permukaan yang mampu memberikan gambaran kondisi geologi dangkal secara efektif tanpa dilakukan penggalian langsung (Hall, 2022 ; Harris *et al.*, 2020).

Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kondisi bawah permukaan adalah metode seismik refraksi, yang memanfaatkan perambatan gelombang seismik yang mengalami pembiasan ketika melewati lapisan batuan dengan nilai kecepatan rambat gelombang berbeda (Telford *et al.*, 1990). Analisis terhadap waktu tempuh gelombang seismik dapat digunakan untuk menentukan distribusi kecepatan gelombang serta memperkirakan ketebalan lapisan bawah permukaan (Kearey *et al*., 2013).

Metode seismik refraksi banyak digunakan dalam penelitian geologi bawah permukaan karena dapat memberikan informasi kondisi bawah permukaan dengan proses akuisisi dan pengolahan data yang relatif sederhana serta biaya yang lebih ekonomis dibandingkan metode geofisika lainnya (Reynolds, 2011). Selain itu,

metode ini mampu memberikan gambaran struktur bawah permukaan berdasarkan distribusi kecepatan gelombang seismik pada setiap lapisan batuan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode seismik refraksi telah banyak dimanfaatkan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan berdasarkan analisis waktu tempuh gelombang pertama (*first arrival*). Rahmawati *et al.* (2016) menerapkan metode *intercept time* untuk mengidentifikasi kedalam batuan dasar pada lokasi pembangunan Rumah Sakit Pendidikan Universitas Sebelas Maret dan berhasil memperkirakan kedalaman batuan dasar serta ketebalan setiap lapisan berdasarkan distribusi kecepatan gelombang P. Selain itu, Pulungan dan Zulfahmi (2016) menggunakan metode seismik refraksi yang dipadukan dengan pemodelan numerik untuk mengkarakterisasi lapisan batuan dan memprediksi potensi gerakan tanah, serta menunjukkan bahwa variasi kecepatan gelombang mampu merepresentasikan kondisi litologi bawah permukaan dengan baik. Penelitian lain oleh Hasani dan Lepong (2018) berhasil mengidentifikasi zona lemah bidang gelincir berdasarkan variasi kecepatan gelombang hasil topografi seismik refraksi, sehingga menunjukkan bahwa metode ini efektif untuk menginterpretasikan karakteristik lapisan bawah permukaan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini, metode refraksi digunakan untuk mengidentifikasi lapisan bawah permukaan di Desa Palla, Pulau Sumba. Dari hasil indentifikasi, diperoleh informasi mengenai distribusi kecepatan gelombang, kedalaman, serta interpretasi struktur bawah permukaan di wilayah tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk perencanaan pembangunan Di Desa Palla, Kabupaten Sumba Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai kecepatan gelombang seismik (v_{p}) pada daerah penelitian berdasarkan metode seismik refraksi?
2. Bagaimana kedalaman dan ketebalan lapisan bawah permukaan yang diperoleh dari analisis data seismik refraksi?
3. Bagaimana interpretasi struktur lapisan bawah permukaan di Desa Palla, Kabupaten Sumba Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur berdasarkan distribusi kecepatan gelombang seismik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai kecepatan gelombang seismik (v_{p}) pada daerah penelitian menggunakan metode seismik refraksi.
2. Menentukan kedalaman dan ketebalan lapisan bawah permukaan berdasarkan analisis data seismik refraksi.
3. Menginterpretasikan struktur lapisan bawah permukaan Di Desa Palla, Kabupaten Sumba Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur berdasarkan nilai kecepatan gelombang seismik.

1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Data yang digunakan merupakan data sekunder seismik refraksi yang di ambil pada tanggal 8 Agustus 2024 di Pulau Sumba oleh tim survei seismik refraksi pulau sumba, alat yang digunakan yaitu *MAE ST6* dengan 6 kanal.
2. Penelitian dilakukan pada lintasan seismik refraksi di Desa Palla, Kabupaten Sumba Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur.
3. Pengolahan data seismik refraksi dilakukan menggunakan perangkat lunak *Geogiga Front End Express versi 10.0 (Front End)*.

4. Penelitian ini dibatasi pada identifikasi struktur lapisan bawah permukaan menggunakan metode seismik refraksi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai struktur lapisan bawah permukaan di wilayah Desa Palla, Kabupaten Sumba Barat, Nusa Tenggara Timur berdasarkan hasil analisis menggunakan metode seismik refraksi.
2. Menyediakan data awal mengenai kondisi geologi dangkal di daerah penelitian yang dapat dimanfaatkan untuk kajian lebih lanjut dalam bidang geologi dan geofisika.
3. Menjadi bahan referensi atau pertimbangan bagi pihak terkait dalam kegiatan perencanaan pembangunan maupun kajian geoteknik di wilayah penelitian.