IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAERAH POTENSI PANAS BUMI BAJAWA DAN SEKITARNYA MENGGUNAKAN DATA GRAVITASI

TETI AMALIA NOVIANTI
H1071181011

SKRIPSI

PROGRAM STUDI GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2025

IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAERAH POTENSI PANAS BUMI BAJAWA DAN SEKITARNYA MENGGUNAKAN DATA GRAVITASI

TETI AMALIA NOVIANTI
H1071181011

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
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Usulan Penelitian	:	Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Potensi Panas Bumi Bajawa dan Sekitarnya Menggunakan Data Gravitasi
Nama	:	Teti Amalia Novianti
NIM	:	H1071181011
Jurusan/Program Studi	:	Fisika/Geofisika
Tanggal Lulus	:	30 Juni 2025
SK Pembimbing	:	No. 3314/UN22.8/TD.06/2023/Tanggal: 4 September 2023
SK Penguji	:	No. 1932/UN22.8/TD.06/2025/Tanggal: 25 Juli 2025

Dosen Pembimbing

Pembimbing 1

Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc.
NIP198911142019031011

Pembimbing 2

Zulfian, S.Si., M.Si.
NIP198812142020121005

Dosen Penguji

Ketua Penguji

Muliadi, S.Si., M.Si.
NIP197005101999031003

Anggota Penguji

Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc.
NIP199008272022031008

Pimpinan Sidang
(merangkap anggota penguji)

Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc.
NIP198911142019031011

Sekretaris Sidang
(merangkap anggota penguji)

Zulfian, S.Si., M.Si.
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	: Teti Amalia Novianti
NIM	: H1071181011
Program Studi/Jurusan	: Fisika/Geofisika
Fakultas	: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA)

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 mengandung unsur 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, 30 Juni 2025



Teti Amalia Novianti
NIM H1071181011

IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN DAERAH POTENSI PANAS BUMI BAJAWA DAN SEKITARNYA MENGGUNAKAN DATA GRAVITASI

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi struktur bawah permukaan sistem panas bumi di daerah Bajawa, Nusa Tenggara Timur, menggunakan metode gravitasi berbasis data satelit GGMplus 2013. Analisis dilakukan terhadap data anomali Bouguer lengkap yang telah dikoreksi dan dipisahkan menjadi komponen regional dan residual menggunakan filter Butterworth. Pemodelan 3D dan sayatan penampang 2D dilakukan pada anomali regional, memiliki variasi densitas antara 1,9 – 3,5 g/cm³, rentang nilai anomali regional 92–138 mGal dan kedalaman hingga 4,43 km. Berdasarkan hasil analisis sebaran nilai densitas batuan, teridentifikasi dugaan formasi-formasi batuan sebagai sistem panas bumi seperti keberadaan reservoir dari formasi Nangapanda (Np) dengan densitas berkisar antara 1,9 – 2,66 g/cm³, batuan penudung dari formasi Aimere Scoria (As), Andesit Sasa (Ss), Andesit Inie Lika (Ik), Andesit Mataloko (Mk), Andesit Bobo (Bb) dan Andesit Siutoro (Si), Inerie Basalt (Ie),Wabela Basal (Wa), Deposit Lahar (Lh) dan Tuf Welas (Wt) dengan densitas berkisar antara 2,49 – 2,8 g/cm³ dan sumber panas dari Basal Maumbawa (Mb) dengan densitas berkisar antara 2,7 – 3,5 g/cm³ dan Andesit Wangka (Wn) dengan densitas berkisar antara 1,9 – 2,9 g/cm³. Temuan ini memperkuat indikasi wilayah Bajawa dan sekitarnya dapat menjadi wilayah prospek potensi sistem panas bumi.

Kata kunci: gravitasi, panas bumi, Bajawa, struktur bawah permukaan, anomali Bouguer, Grablox

IDENTIFICATION OF SUBSURFACE STRUCTURE BAJAWA GEOTHERMAL POTENTIAL AREA AND ITS SURROUNDINGS USING GRAVITY DATA

Abstract

This study aims to identify the subsurface structure of geothermal systems in the Bajawa area, East Nusa Tenggara, using gravity methods based on GGMplus 2013 satellite data. The analysis was conducted on complete Bouguer anomaly data that had been corrected and separated into regional and residual components using Butterworth filters. 3D modeling and 2D cross-section incisions were performed on regional anomalies, having density variations between 1.9 - 3.5 g/cm³, a range of regional anomaly values of 92-138 mGal and depths up to 4.43 km. Based on the results of the analysis of the distribution of rock density values, suspected rock formations as geothermal systems such as the presence of reservoirs from the Nangapanda formation (Np) with densities ranging from 1.9 - 2.66 g/cm³, host rocks from the Aimere Scoria formation (As), Andesite Sasa (Ss), Andesite Inie Lika (Ik), Andesite Mataloko (Mk), Andesite Bobo (Bb) and Andesite Siutoro (Si), Inerie Basalt (Ie), Wabela Basalt (Wa), Lahar Deposit (Lh) and Tuf Welas (Wt) with densities ranging from 2.49 - 2.8 g/cm³ and heat sources from Maumbawa Basalt (Mb) with densities ranging from 2.7 -3.5 g/cm³ and Andesite Wangka (Wn) with densities ranging from 1.9 -2.9 g/cm³. This finding strengthens the indication that the Bajawa area and its surroundings could be a potential prospect area for geothermal systems.

Keywords*: gravity, geothermal, Bajawa, subsurface structure, Bouguer anomaly, Grablox*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Daerah Potensi Panas Bumi Bajawa Dan Sekitarnya" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Geofisika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak.

Dari awal menempuh pendidikan di perkuliahan hingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan oleh berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati dan rasa hormat, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua dan saudara kandung penulis, yakni Bapak Bustoni dan Ibunda Yulianti, Mas Tito Rahmat Darmawan dan Adik Tripta Izzat Al Kafi, yang telah mendukung dan bersabar menanti penulis menyelesaikan pendidikan perkuliahan hingga mendapat gelar sarjana.
2. Bapak Prof. Dr. Gusrizal., S.Si., M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
3. Bapak Dr. Bintoro Siswo Nugroho, S.Si., M.Si., selaku ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
4. Bapak Dr. Yoga Satria Putra, S.Si., M.Si selaku ketua Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura.
5. Bapak Andi Ihwan, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Radhitya Perdhana, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi.
7. Bapak Zulfian, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan skripsi.
8. Bapak Muliadi, S.Si., M.Si., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan arahan dan saran selama penyusunan skripsi.
9. Bapak Yuris Sutanto, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penguji II yang telah

memberikan arahan dan saran selama penyusunan skripsi.

10. Seluruh dosen Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu, pengalaman, serta membimbing penulis selama masa perkuliahan.
11. Keluarga besar Marmaron, yaitu Geofisika 2018.
12. Dan terakhir untuk diri saya send iri.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya dalam setiap amal kebaikan kita semua. Aamiin.

Pontianak, 30 Juni 2025

Teti Amalia Novianti
NIM H1071181011

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ii
PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK iii
Abstrak iv
Abstract v
PRAKATA vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR TABEL xiii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Batasan Masalah 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Panas Bumi 4
2.1.1 Sistem Panas Bumi 4
2.1.2 Manifestasi Panas Bumi 6
2.2 Metode Gravitasi 9
2.2.1 Teori Gravitasi Newton 10
2.2.2 *Global Gravity Model plus* (GGMplus) 11
2.2.3 Reduksi Gravitasi 12
2.2.4 Metode Parasnis 14
2.2.5 Analisis Spektrum 14
2.2.6 Filter Butterworth 16
2.2.7 Pemodelan Gravitasi 16
2.3 Geologi Regional 18
2.3.1 Stratigrafi 19
2.3.2 Geomorfologi 21
2.3.3 Litologi 22

2.3.4 Anomali Termal 24
2.3.5 Alterasi Batuan 25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 26
3.1 Lokasi Penelitian 26
3.2 Data dan Peralatan 27
3.3 Diagram Alir Penelitian: 28
3.4 Prosedur Penelitian 29
3.4.1 Studi Literatur 29
3.4.2 Pengumpulan Data 29
3.4.3 Koreksi Gravitasi 30
3.4.4 Pemisahan Anomali Bouguer Lengkap 33
3.4.5 Pemodelan 3D 34
3.4.6 Interpretasi 37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 38
4.1 Topografi Daerah Penelitian 38
4.2 *Free Air Anomaly* (FAA) 39
4.3 Densitas Rata-Rata Batuan 39
4.4 Anomali Bouguer Lengkap 40
4.5 Pemisahan Anomali Gaya Berat 41
4.5.1 Anomali Regional dan Residual 43
4.6 Model Awal 45
4.7 Model 3D 46
4.8 Sayatan Penampang 2D 47
4.8.1 Penampang A-A' 48
4.8.2 Penampang B-B' 52
4.8.3 Penampang C-C' 55
4.8.4 Penampang D-D' 58
4.8.5 Penampang E-E' 62
4.8.6 Penampang F-F' 65
4.9 Interpretasi Struktur Sistem Panas Bumi Bajawa 69
BAB V PENUTUP 72
5.1 Kesimpulan 72

5.2 Saran 72
DAFTAR PUSTAKA 73
LAMPIRAN 75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem panas bumi (White (1967) dalam (Saptadji, 2001)) 6
Gambar 2.2 Penentuan densitas bouguer metode parasnis (Sarkowi, 2014) 14
Gambar 2.3 Kurva hubungan Ln A terhadap k (Sarkowi, 2014) 15
Gambar 2.4 Peta geologi daerah penelitian (Muraoka *et al.*, 2002) 19
Gambar 2.5 Stratigrafi (Muraoka *et al.*, 2002)..... 21
Gambar 2.6 Peta geomorfologi daerah Bajawa sisi selatan, terdapat satuan kaldera gunung api, satuan kerucut gunung api, satuan kompleks kerucut sinder dan satuan bukit struktural (Mardiati *et al*., 2020). 22
Gambar 2.7 Singkapan geomorfologi di Bajawa sisi selatan..... 22
Gambar 2.8 Singkapan dan penampang petrografi Gunung Api Inerie (kiri), singkapan dan penampang petrografi Wolo Bobo (kanan) 23
Gambar 2.9 Manifestasi panas bumi di daerah Nage (kiri) dan Mataloko (kanan) 25
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian..... 26
Gambar 3.2 Diagram alir penelitian..... 28
Gambar 3.3 Peta dari referensi arah lokal dan regional 31
Gambar 3.4 Parameter awal 36
Gambar 3.5 Nilai minimal dan maksimum densitas 36
Gambar 4.1 Topografi Daerah Penelitian..... 38
Gambar 4.2 *Free Air Anomaly* (FAA)..... 39
Gambar 4.3 Grafik FAA terhadap (0.04192*elev)-TC 40
Gambar 4.4 Distribusi Anomali Bouguer Lengkap (ABL)..... 41
Gambar 4.5 Kurva *Radially Average Power Spectrum* (RAPS)..... 42
Gambar 4.6 *Interactive Spectral Filter* 43
Gambar 4.7 Anomali Regional..... 44
Gambar 4.8 Anomali Residual 45
Gambar 4.9 Model awal dari inversi gaya berat, (a) menunjukkan model secara 3D, (b) menunjukkan model secara 2D vertikal arah barat ke timur atau disebut X section, (c) merupakan model secara vertikal arah utara ke

selatan atau disebut Y section, (d) menunjukkan model secara 2D horizontal atau disebut layer kedalaman. 46
Gambar 4.10 Model 3D densitas..... 47
Gambar 4.11Sayatan penampang pada overlay anomali regional dengan peta geologi daerah penelitian 48
Gambar 4.12 Sayatan A-A' (a) Grafik data observasi dan kalkulasi densitas A-A' (b) Penampang 2D densitas lintasan A-A' (c) Posisi sayatan A-A' pada peta geologi (d) Posisi sayatan A-A' pada model 3D..... 49
Gambar 4.13 Sayatan B-B', (a) Grafik data observasi dan kalkulasi densitas B-B', (b) Penampang 2D densitas lintasan B-B'. (c) Posisi sayatan B-B' pada peta geologi. (d) Posisi sayatan B-B' pada model 3D..... 53
Gambar 4.14 Sayatan C-C', (a) Grafik data observasi dan kalkulasi densitas C-C', (b) Penampang 2D densitas lintasan C-C', (c) Posisi sayatan C-C' pada peta geologi, (d) Posisi sayatan C-C' pada model 3D..... 56
Gambar 4.15 Sayatan D-D', (a) Grafik data observasi dan kalkulasi densitas D-D', (b) Penampang 2D densitas lintasan D-D', (c) Posisi sayatan D-D' pada peta geologi, (d) Posisi sayatan D-D' pada model 3D. 60
Gambar 4.16 Sayatan E-E', (a) Grafik data observasi dan kalkulasi densitas E-E', (b) Penampang 2D densitas lintasan E-E', (c) Posisi sayatan E-E' pada peta geologi, (d) Posisi sayatan E-E' pada model 3D..... 63
Gambar 4.17 Sayatan F-F'. Gambar (a) Grafik data observasi dan kalkulasi densitas F-F'. Gambar (b) Penampang 2D densitas lintasan F-F'. Gambar (c) Posisi sayatan F-F' pada peta geologi. Gambar (d) Posisi sayatan F-F' pada model 3D. 66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Densitas Rata-rata Batuan 10
Tabel 3.1 Data dan peralatan 27
Tabel 3.2 Menentukan referensi arah 31
Tabel 3.3 Grid geometri anomali regional 35
Tabel 4.1 Estimasi Kedalaman 42

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia, melalui Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, telah menetapkan target porsi energi baru dan terbarukan (EBT) sebesar 23% dalam bauran energi primer nasional pada tahun 2025 dan meningkat menjadi 31% pada tahun 2050. Target ini sejalan dengan komitmen Indonesia dalam mengurangi emisi karbon dan mendorong transisi menuju energi bersih dan ramah lingkungan, sesuai dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan *Sustainable Development Goals* (SDGs) No. 7, yaitu "Energi Bersih dan Terjangkau" (DJEBTKE, 2021). Berdasarkan UU No. 21 Tahun 2014, panas bumi merupakan sumber daya alam terbarukan, energi ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil.

Dalam rangka mengoptimalkan pemanfaatan potensi panas bumi, diperlukan kegiatan eksplorasi yang efektif dan efisien. Salah satu metode geofisika yang banyak digunakan pada tahap eksplorasi pendahuluan adalah metode gravitasi. Metode ini dilakukan dengan mengukur variasi percepatan gravitasi di permukaan bumi yang dipengaruhi oleh perbedaan densitas batuan di bawah permukaan. Pada sistem panas bumi magmatik, metode gravitasi efektif dalam mendeteksi zona anomali densitas rendah yang berasosiasi dengan batuan alterasi hidrotermal, zona rekahan, dan intrusi magma dangkal (Wei *et al*., 2025).

Wilayah Bajawa di sisi selatan Kabupaten Ngada, Nusa Tenggara Timur, merupakan salah satu daerah yang memiliki indikasi potensi panas bumi. Daerah ini terletak di jalur busur kepulauan vulkanik Sunda-Banda, yang merupakan bagian dari zona subduksi aktif antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia. Aktivitas tektonik ini menghasilkan keberadaan beberapa gunung api penting, yaitu Gunung Inerie yang masih aktif, Gunung Bobo yang merupakan kompleks gunung api tua, dan Gunung Inielika yang juga termasuk gunung api di wilayah penelitian. Secara litologi, daerah ini didominasi oleh batuan gunung api muda seperti andesit, basal, dan tuf yang telah mengalami proses alterasi akibat aktivitas hidrotermal (Muraoka *et al.*, 2002).

Potensi panas bumi di Bajawa telah diperkuat oleh temuan berbagai manifestasi panas bumi yang tersebar di daerah penelitian, seperti mata air panas, endapan belerang, kolam lumpur panas, fumarol, dan tanah hangat. Penelitian Mardiati et al. (2020) melalui analisis penginderaan jauh menunjukkan distribusi suhu permukaan yang meningkat serta pola kelurusan struktur yang tinggi di sekitar Nage dan Mataloko, mengindikasikan aktivitas hidrotermal yang aktif.

Manifestasi ini menjadi indikasi awal adanya sistem panas bumi yang dapat dimanfaatkan secara ekonomi. Namun, untuk pengembangan lebih lanjut diperlukan identifikasi struktur bawah permukaan menggunakan metode gravitasi berbasis data satelit dari Global Gravity Model Plus (GGMplus) bertujuan untuk menganalisis variasi densitas batuan bawah permukaan yang dapat menggambarkan struktur geologi dan distribusi formasi batuan di wilayah Bajawa, sehingga memberikan gambaran mengenai sistem panas bumi yang ada berdasarkan hasil model 3D dan sayatan penampang 2D yang dilakukan pada anomali regional.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis keberadaan formasi batuan dari sebaran nilai densitas pada model 3D dan sayatan penampang 2D anomali gravitasi regional?
2. Bagaimana sistem panas bumi pada daerah Bajawa dan sekitarnya?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah, maka tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis keberadaan formasi batuan dari sebaran nilai densitas pada model 3D dan sayatan penampang 2D anomali gravitasi regional.
2. Mengetahui sistem panas bumi daerah Bajawa dan sekitarnya.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di daerah potensi panas bumi Bajawa dan sekitarnya seluas ±483,69 Km^2 dengan batasan wilayah 8º41.313'-8º53.313' LS dan 120º52.39602' BT-121º4.39602' BT.
2. Metode geofisika yang digunakan dalam penelitian berupa metode gravitasi.
3. Data yang digunakan berupa data satelit yang diperoleh dari citra GGMplus 2013 (https://ddfe.blazejbucha.com/models/GGMplus/data/).
4. Pemodelan 3D dan sayatan penampang model 2D struktur bawah permukaan dilakukan pada anomali regional.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai struktur lapisan bawah permukaan berupa struktur sistem panas bumi di wilayah Bajawa dan sekitarnya, sehingga dapat menjadi acuan dalam mengidentifikasi potensi wilayah prospek panas bumi.