

**PEMODELAN 3D DENSITAS BAWAH PERMUKAAN
BERDASARKAN DATA GRAVITASI DI DAERAH
GUNUNG SIBUALBUALI TAPANULI SELATAN**

SKRIPSI

**SINGGIH HIDAYAT
NIM 0705193058**



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

**PEMODELAN 3D DENSITAS BAWAH PERMUKAAN
BERDASARKAN DATA GRAVITASI DI DAERAH
GUNUNG SIBUALBUALI TAPANULI SELATAN**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si.)

SINGGIH HIDAYAT

0705193058



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Singgih Hidayat
Nomor Induk Mahasiswa	: 0705193058
Program Studi	: Fisika
Judul	: Pemodelan 3D Densitas Bawah Permukaan Berdasarkan Data Gravitasi Di Daerah Gunung Sibualbuali Tapanuli Selatan

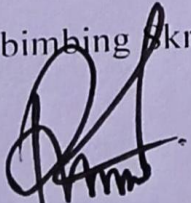
dapat disetujui untuk segera *dimunaqasyahkan*. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

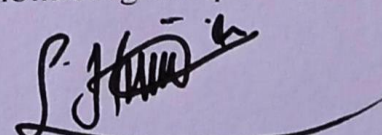
Medan, 30 Agustus 2023 M
1 Shaffar 1445 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,


Ratni Sirait, M.Pd.
NIB. 1100000071

Pembimbing Skripsi II.


Lailatul Husna Br Lubis M.Sc.
NIP. 199005272019032020

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Singgih Hidayat
Nomor Induk Mahasiswa : 0705193058
Program Studi : Fisika
Judul : Pemodelan 3D Densitas Bawah Permukaan
Berdasarkan Data Gravitasi Di Daerah
Gunung Sibualbuali Tapanuli Selatan

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan persyaratan yang berlaku.

Medan, 28 Agustus 2023



Singgih Hidayat

Singgih Hidayat
NIM. 0705193058



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Lapangan Golf, Desa Durian Jangak, Kecamatan Pancur Batu,
Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara, Kode Pos 20353
Website : <https://www.saintek.uinsu.ac.id> E-mail : saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

Nomor : B.487/ST/ST.V.2/PP.01.1/10/2023

Judul : Pemodelan 3D Densitas Bawah Permukaan
Berdasarkan Data Gravitasi Di Daerah Gunung
Sibualbuali Tapanuli Selatan
Nama : Singgih Hidayat
Nomor Induk Mahasiswa : 0705163065
Program : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi
Telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji Skripsi Program Studi Fisika
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dan
dinyatakan LULUS.
Pada hari/ tanggal : Rabu / 30 Agustus 2023
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

Nazaruddin, S.Pd., M.Pd
NIB. 1100000070

Dewan Penguji,

Penguji I,

Mulkan Iskandar Nasution, M.Si.
NIP. 1100000020

Penguji II,

Nazaruddin Nasution, M.Pd
NIB. 1100000070

Penguji III,

Ratni Sirait, M.Pd
NIB. 1100000071

Penguji IV,

Lailatul Husna Br Lubis, M.Sc
NIP. 19900527019032020

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sumatera Utara Medan



Dr. Zulhan, M.Hum
NIP. 2009011008

PEMODELAN 3D DENSITAS BAWAH PERMUKAAN BERDASARKAN DATA GRAVITASI DI DAERAH GUNUNG SIBUALBUALI TAPANULI SELATAN

ABSTRAK

Gunung Sibualbuali merupakan gunung yang tersusun atas aliran lava andesite sampai dasit, dan batuan ini berumur Holsen. Gunung Sibualbuali jenis gunung stratovolcano dibagian utara pulau sumatera. Gunung ini memiliki dua fumarole di lambung gunung bagian selatan. Sistem panas bumi di wilayah ini ditunjukkan adanya permukaan tanah beruap. Data yang diperoleh merupakan data sekunder berupa data model GGMplus. Metode gravitasi merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui metode sebaran densitas bawah permukaan di daerah Gunung Sibualbuali yang berasosiasi dengan sumber panas serta reservoir dengan menggunakan metode gravity. Struktur bawah permukaan Gunung Sibualbuali telah diperoleh menggunakan metode gravitasi. Densitas rendah dengan rata-rata nilai densitas sebesar $2,37 \text{ g/cm}^3$, dan diperkirakan berupa batuan sedimen berjenis sandstone. Densitas sedang dengan rata-rata nilai densitas $2,525 \text{ g/cm}^3$, dan diperkirakan berupa batuan beku berjenis rhyolite. Densitas tinggi dengan nilai densitas rata-rata $2,626 \text{ g/cm}^3$, dan diperkirakan berupa batuan beku berjenis andesite. Dari hasil inversi 3D dengan nilai rata-rata densitas reservoir sebesar $2,48 \text{ g/cm}^3$ dan letak reservoir tersebut berada di kedalaman 5000 m .

Kata Kunci: fumarole, panas bumi, manifestasi, gravitasi, inversi 3D, reservoir.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

3D SUBSURFACE DENSITY MODELING BASED ON GRAVITY DATA IN THE REGION MOUNTAIN SIBUALBUALI SOUTH TAPANULI

ABSTRACT

Mount Sibualbuali is a mountain composed of andesite to dacite lava flows, and these rocks are of Holsen age. Mount Sibualbuali is a type of stratovolcano in the northern part of the island of Sumatera. The mountain has two fumaroles on the southern hull of the mountain. The geothermal system in this area is indicated by the presence of thermal surface manifestations: hot pools, hot spring, warm ground, steamy ground surface. The data obtained is secondary data in the form of GGMplus model data. The gravity method is the method used in this research. This study aims to determine the subsurface density distribution method in the Mount Sibualbuali area associated with heat sources and reservoirs using the gravity method. The subsurface structure of Mount Sibualbuali has been obtained using gravity method. Low density with an average density value of $2,37 \text{ g/cm}^3$, and is estimated to be sandstone type sedimentary rock. Medium density with an average density of $2,525 \text{ g/cm}^3$, and is estimated to be a rhyolite type igneous rock. High density with an average density value of $2,626 \text{ g/cm}^3$, and is estimated to be andesite type igneous rock. From the 3D inversion results with an average reservoir density value of $2,48 \text{ g/cm}^3$, and the location of the reservoir is at a depth of 5000 m.

Keywords: fumarole, geothermal, manifestation, gravity, 3D inversion, reservoir.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh Alhamdulillahrabbi' alamin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT rabb semesta alam, yang telah memberikan taufiq, dan hidayah-Nya serta rasa syukur tak berhingga untuk curahan segala nikmat dan petunjuk yang tiada henti mengalir kepada hambanya khususnya penulis. Sholawat dan salam semoga tercurahkan kepada junjungan kita Baginda Rasulullah, Nabi besar Muhammad SAW atas Ridho dan kehendak Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Pemodelan 3D Densitas Bawah Permukaan Berdasarkan Data Gravitasi Di Daerah Gunung Sibualbuali Tapanuli Selatan". Sebagai Salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Fisika, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

Skripsi ini telah disusun secara maksimal dan mendapatkan bantuan dari berbagai pihak sehingga dapat memperlancar pembuatan skripsi. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih ini penulis sampaikan kepada :

1. Prof. Dr. Nurhayati, M.Ag., Selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Zulham, S.H., M.Hum, Selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Nazaruddin, S.Pd., M.Pd., Selaku Ketua Program Studi Fisika dan Suendri, S.Kom, Selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
4. Lailatul Husna Br Lubis M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang telah membantu dalam urusan Akademik.
5. Ratni Sirait, M.Pd., sebagai pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan bimbingan, bantuan, serta arahan kepada penulis dan Lailatul Husna Br Lubis, M.Sc., sebagai pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya untuk memberikan

bimbingan, bantuan, serta arahan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

6. Hendra Suwarta Suprihatin, S.Kom, Selaku Koordinator di Bidang Geofisika Potensial BMKG Jakarta Pusat yang telah memberikan tempat untuk penulis melakukan penelitian, dan Yosi Setiawan, SST, M.Sc, selaku kakak pembimbing di BMKG Jakarta Pusat yang telah banyak meluangkan waktu dan pikirannya dan memberikan bimbingan, bantuan, serta arahan dalam pengolahan data yang ada di Gunung Sibualbuali sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Teristimewa Orang tua Ayahanda Ariadi dan Ibunda Syalbiah yang sangat sangat penulis cintai dan sayangi yang telah memberikan dukungan, restu, dan selalu mendoakan di setiap langkah penulis. Serta Devi Liliana selaku kakak perempuan dan Moetia Arindia adik perempuan saya, yang telah mendukung dan mendoakan setiap langkah Penulis. Ucapan terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Fisika UINSU 2019, yang turut memberi bantuan baik moril maupun materil. Serta ucapan terima kasih kepada rekan-rekan penelitian seperjuangan mahasiswa UNJ. Semoga bermanfaat, tambahan ilmu yang dapat menjadikan inspirasi kepada para pembaca. Aamin Ya Rabbal Alamin. Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

Medan, 30 Agustus 2023

Singgih Hidayat
NIM. 0705193058

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN SKRIPSI	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	viv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kondisi Regional	5
2.1.1 Letak Geografis Wilayah	5
2.2 Kondisi Geologi Wilayah	6
2.3 Prinsip Metode Gravitasi	8
2.4 Metode Gravitasi dalam Geothermal.....	10
2.5 Potensial Gravitasi.....	10
2.6 Anomali Gravitasi.....	10
2.7 Koreksi-Koreksi Metode Gravitasi.....	11
2.7.1 Pengukuran Gravitasi Mikro.....	11
2.7.2 Koreksi Pasang Surut (<i>Tide Correction</i>).....	11

2.7.3 Koreksi Apung (<i>Drift Correction</i>)	12
2.7.4 Koreksi Lintang (<i>latitude</i>).....	13
2.7.5 Koreksi Udara Bebas (<i>Free Air Correction</i>).....	13
2.7.6 Koreksi Bouguer (<i>Bouguer Correction</i>)	14
2.7.7 Koreksi Medan (<i>Terrain Correction</i>)	15
2.8 Anomali Bouguer Lengkap	16
2.9 Sistem Panas Bumi	16
2.9.1 Komponen Sistem Panas Bumi.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
3.2 Peralatan dan Bahan Penelitian	22
3.3 Estimasi Densitas Permukaan Rata-rata.....	24
3.4 Analisis Spektrum.....	24
3.5 Moving Average	25
3.6 Inverse Modelling.....	26
3.7 Interpretasi.....	26
3.8 Diagram Alir.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Anomali Bouguer Lengkap	29
4.2 Analisis Spektrum.....	31
4.3 Pemisahan Anomali Regional dan Anomali Residual.....	37
4.3.1 Anomali Regional	37
4.3.2 Anomali Residual.....	38
4.4 Interpretasi dan <i>Inverse Modelling</i>	39
4.4.1 <i>Inverse Modelling</i> Permukaan 2D dan 3D.....	42
4.4.2 <i>Inverse Modelling</i> 3D.....	44

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48
RIWAYAT HIDUP	92



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Peta sebaran Gunungapi di Indonesia.....	2
Gambar 2. 1	Bentuk Gunungapi Strato	5
Gambar 2. 2	Peta Geologi Wilayah Gunungapi Sibualbuali	7
Gambar 2. 3	Gaya Tarik menarik antara m_1 dan m_2 pada jarak r	9
Gambar 2. 4	Koreksi Bouguer.....	14
Gambar 2. 5	Pengaruh lembah dan bukit dalam pergitungan gravitasi.....	15
Gambar 2. 6	Model sistem panas bumi	17
Gambar 3. 1	Peta lokasi penelitian Gunung sibualbuali.....	21
Gambar 3. 2	Gerafik hubungan antara amplitudo dan bilangan gelombang pada analisis spektrum.....	25
Gambar 3. 3	Diagram Alir.....	28
Gambar 4. 1	Peta kontur topografi daerah penelitian.....	29
Gambar 4. 2	Estimasi densitas batuan permukaan rata-rata menggunakan metode Parasnis	30
Gambar 4. 3	Peta kontur anomali bouguer lengkap	30
Gambar 4. 4	Lintasan Pada Peta Anomali Bouguer Lengkap	32
Gambar 4. 5	Grafik kedalaman bidang regional dan kedalaman bidang residual	35
Gambar 4. 6	Peta kontur anomali regional	38
Gambar 4. 7	Peta kontur anomali residual	39
Gambar 4. 8	Susunan sel pada mesh awal.....	40
Gambar 4. 9	Model sebaran nilai kontras densitas hasil inversi	41
Gambar 4. 10	Model sebaran nilai kontras densitas di sisi X dan Z	41
Gambar 4. 11	Model sebaran nilai kontras densitas di sisi Y dan Z	42
Gambar 4. 12	Penampilan Kontras 2D di permukaan 225 m.....	42
Gambar 4. 13	Penampilan Kontras 3D di permukaan 225 m	43
Gambar 4. 14	Penampilan Kontras 2D di kedalaman – 1700 m	43
Gambar 4. 15	Penampilan Kontras 3D di kedalaman – 1700 m	43
Gambar 4. 16	Hasil inversi 3D dengan kontras Densitas	44
Gambar 4. 17	Hasil inversi 3D dengan kontras Densitas	44

Gambar 4. 18 Hasil inversi 3D dengan kontras Densitas 45
Gambar 4. 19 Hasil inversi 3D reservoir dengan kontras Densitas 0 g/cm^3 s/
 $d 0,04 \text{ g/cm}^3$ 46



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Densitas Batuan (Telford W.M, Geldart, L.P. Sheriff, R.E. Keys, 1976)	19
Tabel 4. 1 Kedalaman bidang diskontinuitas penampang lintasan A-A' sampai H-H'	36
Tabel 4. 2 Bilangan gelombang cutoff (Kc) dan lebar jendela (N) Lintasan A-A' sampai H-H'	36



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUMATERA UTARA MEDAN