

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN
PADA KAWASAN GUNUNG API TAMBORA
MENGUNAKAN DATA MEDAN GRAVITASI CITRA
SATELIT TOPEX/POSEIDON**

TUGAS AKHIR

Untuk memenuhi sebagai persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1
Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

Diajukan oleh :
Hervyawan Herbi Anggoro
16620012

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2022



PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1850/Un.02//PP.00.9/08/2022

Tugas Akhir dengan judul : Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Pada Kawasan Gunung Api Tambora Menggunakan Data Medan Gravitasi Citra Satelit Topex/Poseidon

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : HERVYAWAN HERBI ANGGORO
Nomor Induk Mahasiswa : 16620012
Telah diujikan pada : Senin, 15 Agustus 2022
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Ketua Sidang

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63046727cb008



Penguji I

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 6303696932d13



Penguji II

Andi, M.Sc.
SIGNED

Valid ID: 630390cc6aee7



Yogyakarta, 15 Agustus 2022
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.
SIGNED

Valid ID: 63047455f112a



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan skripsi

Lamp :-

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan

Teknologi UIN Sunan Kalijaga

Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Hervyawan Herbi Anggoro

NIM : 16620012

Judul Skripsi : IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN PADA
KAWASAN GUNUNG API TAMBORA MENGGUNAKAN DATA
MEDAN GRAVITASI CITRA SATELIT TOPEX/POSEIDON

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Fisika.

Dengan ini kami berharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 8 Agustus 2022
Pembimbing

Dr. Thaqibul Fikri Niyartama,
S.Si
NIP. 19771025 200501 1 004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hervyawan Herbi Anggoro

Fakultas : Sains dan Teknologi

Program Studi : Fisika

NIM : 16620012

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Pada Kawasan Gunung Api Tambora Menggunakan Data Medan Gravitasi Citra Satelit Topex/Poseidon”** yang digunakan sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini saya kutip dari hasil karya orang lain yang telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi yang berlaku apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini. Demikian pernyataan ini saya buat apabila kelak ternyata terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya, saya bertanggung jawab sepenuhnya.

Yogyakarta, 30 Juni 2021

Pembuat pernyataan



Hervyawan Herbi Anggoro
NIM : 16620012

MOTTO

“Dan kehidupan dunia ini hanyalah permainan dan senda gurau. Sedangkan negeri akhirat itu, sungguh lebih baik bagi orang-orang yang bertakwa.

Tidakkah kamu mengerti?”

-Q.S. Al-An'am: 32-

“Menyesallah seperlunya di dunia, akan ada waktu untuk menyesali segalanya...di hari penyesalan”

-Penulis-

“Ati-ati karo watu cilik, watu gedhe ketara mata nanging sing marai kesandung udu watu gedhe nanging watu cilik”

-Wahchos-

“We win because we are determined, disciplined. Not because we feel ourselves superior”

-Kratos-

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warakhmatullahi Wabarakatuh

Puja dan puji kepada Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga saat ini kita masih dapat merasakan nikmat Iman, Islam dan Ihsan. Shalawat dan salam semoga terlimpah curahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW. Rasa syukur dengan segala keadaan hati, penulis mempersembahkan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Pada Kawasan Gunung Api Tambora Menggunakan Data Medan Gravitasi Citra Satelit Topex/Poseidon”** untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana strata satu (S-1) di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulisan ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya atas kelancaran dan kemudahan dalam pembuatan laporan ini.
2. Kedua orangtua dan seluruh keluarga yang telah memberi dukungan doa, moral, semangat dan finansial selama proses belajar sampai saat ini
3. Bapak Dr. Thaقيبul Fikri Niyartama, S.Si., M.Si sebagai dosen pembimbing yang membimbing dan memberi arahan hingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan

4. Teman-Teman Fisika 2016

5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis hanya dapat berdoa semoga mereka semua mendapat kemudahan, kelancaran, keberkahan dan kebaikan dari Allah SWT. Semoga tulisan yang sedikit ini dapat memberi manfaat bagi para pembaca.

Yogyakarta, 1 Juni 2021

Tertanda

Hervyawan Herbi Anggoro



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**IDENTIFIKASI STRUKTUR BAWAH PERMUKAAN PADA KAWASAN
GUNUNG API TAMBORA MENGGUNAKAN DATA MEDAN
GRAVITASI CITRA SATELIT TOPEX/POSEIDON**

Hervyawan Herbi Anggoro
16620012

INTISARI

Penelitian mengenai struktur bawah permukaan pada kawasan Gunung Tambora menggunakan metode gravitasi telah dilakukan. Penelitian struktur bawah permukaan Gunung Tambora dilakukan menggunakan data gravitasi yang diperoleh dari satelit Topex/Poseidon. Data tersebut diolah sehingga diperoleh Anomali Regional kemudian dimodelkan menggunakan pemodelan 2,5 D. Hasil pemodelan berupa struktur bawah permukaan Gunung Tambora memiliki 3 lapisan dengan batuan intrusi pada kedalaman ± 3 km yang berada pada lapisan kedua dan ketiga dengan densitas $2,8 \text{ gr cm}^{-3}$. Hal ini dapat terjadi karena pendinginan magma di bawah permukaan sehingga membentuk batuan intrusi.

KATA KUNCI: Struktur bawah permukaan, Gunung Tambora, metode gravitasi, model, densitas

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

**SUBSURFACE STRUCTURE IDENTIFICATION ON TAMBORA
VOLCANO REGION USING GRAVITY FIELD DATA TOPEX/POSEIDON
SATELLITE IMAGE**

Hervyawan Herbi Anggoro
16620012

ABSTRACT

Research on the subsurface structure in the Mount Tambora area using the gravity method has been carried out. Research on the subsurface structure of Mount Tambora was carried out using gravity data obtained from the Topex/Poseidon satellite. The data is processed to obtain Regional Anomalies and then modeled using 2.5 D modeling. The modeling results are in the form of the subsurface structure of Mount Tambora which has 3 layers with intrusive rock at a depth of ± 3 km which is in the second and third layers with a density of $2,8 \text{ gr cm}^{-3}$. This can occur due to the cooling of magma below the surface to form intrusive rocks.

Key words: *subsurface structure, Mount Tambora, gravity method, model, density*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	6
1.4. Batasan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tinjauan Pustaka.....	7
2.2. Dasar Teori.....	10
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	34
3.3. Prosedur Kerja Penelitian.....	35
3.4. Pengumpulan Data.....	36
3.5. Pengolahan Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1. Hasil Penelitian.....	44

4.2. Pembahasan.....	44
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran	58
Daftar Pustaka	59
LAMPIRAN A	65
LAMPIRAN B.....	73
LAMPIRAN C.....	77
LAMPIRAN D	81
LAMPIRAN E.....	86
LAMPIRAN F.....	87

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perangkat Keras Penelitian	34
Tabel 3.2 Perangkat Lunak Penelitian	34
Tabel B. 1 Hasil Pengolahan Data.....	73
Tabel D. 1 Hasil spektrum daya.....	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Peta Geologi Lembar Sumbawa, Nusa Tenggara.....	12
Gambar 2. 2 Grafik densitas Bouguer metode Parasnis	16
Gambar 2. 3 Pengaruh bukit dan lembah pada anomali gravitasi	18
Gambar 2. 4 <i>Hammer Chart</i>	18
Gambar 2. 5 Prinsip Kerja Metode Bidang Titik Massa Dampney	21
Gambar 2. 6 Sistem koordinat untuk penurunan transformasi Fourier.	23
Gambar 2. 7 Grafik Hubungan Antara Amplitudo dan Bilangan Gelombang	26
Gambar 2. 8 Poligon Model Talwani (Blakely, 1996).....	27
Gambar 2. 9 Kontras densitas lateral yang disebabkan oleh <i>structural uplift</i>	30
Gambar 3. 1 Peta daerah penelitian.....	33
Gambar 3. 2 Diagram alir tahapan penelitian.....	35
Gambar 3. 3 Diagram alir pengolahan data.....	37
Gambar 3. 4 Diagram alir proses reduksi dasar	38
Gambar 3. 5 Diagram alir proses reduksi lanjut.....	40
Gambar 3. 6 Diagram alir proses pemodelan bawah permukaan.....	43
Gambar 4.1 Topografi Gunung Tambora.....	45
Gambar 4.2 Peta Anomali Udara Bebas Gunung Tambora	46
Gambar 4.3 Peta ABS Gunung Tambora.....	47
Gambar 4.4 Peta ABL Gunung Tambora.....	47
Gambar 4.5 Peta ABL Bidang Datar Gunung Tambora	49
Gambar 4.6 <i>Radially Average Spectrum</i>	50
Gambar 4.7 Peta Anomali Regional	50

Gambar 4.8 Peta Anomali Residual.....	51
Gambar 4.9 Sayatan Pada Anomali Regional	51
Gambar 4.10 Grafik nilai gravitasi dengan error dan hasil pemodelan	55
Gamabar A.1 Interface pada tautan	65
Gamabar A.2 Hasil data gravitasi pada tautan	65
Gamabar A.3 Konversi koordinat.....	66
Gamabar A.4 Hasil Konversi	66
Gamabar A.5 <i>Save file</i>	67
Gamabar A.6 <i>Plot document</i>	68
Gamabar A.7 Kotak dialog <i>gridding</i>	68
Gamabar A.8 Hasil <i>gridding</i>	69
Gambar A.9 <i>Create regional correction grid</i>	70
Gambar A.10 <i>Input regional terrain correcttion</i>	70
Gambar A.11 <i>Terrain Correction</i>	70
Gambar A.12 <i>Input Terrain Correction</i> dan hasil <i>terrain correction</i>	71
Gambar A.13 Tabel untuk plot metode Parasnis.....	71
Gambar A.14 Grafik densitas Bouguer metode Parasnis.....	72
Gambar C.1 Data ABL untuk dimasukkan pada Matlab.....	77
Gambar C.2 Hasil running script reduksi bidang datar.....	79
Gambar C.3 Hasil Reduksi ABL grafik 2D	80
Gambar C.4 Hasil reduksi ABL grafik 3D.....	80
Gambar D. 1 Spektrum Daya	81
Gambar D.2 Kotak dialog <i>MAGMAP</i>	83

Gambar D.3 Dialog FFT	84
Gambar D.4 Dialog memunculkan spektrum daya.....	84
Gambar D.5 Dialog <i>filtering</i>	84
Gambar D.6 Dialog <i>filter</i>	85
Gambar D.7 Pemisahan anomali regional.....	85
Gambar D.8 Anomalli Regional.....	85
Gambar E.1 Tabel densitas batuan.....	86
Gambar F.2 Penyayatan pada anomali regional.....	87
Gambar F.1 Dialog pembuatan model	87
Gambar F.3 hasil sayatan anomlai regional	88

BAB I

PENDAHUHLUAN

1.1. Latar Belakang

Gunung Tambora merupakan Gunung Api aktif tipe *stratovolcano* yang berlokasi di Pulau Sumbawa, Kawinda Toi, Bima, Nusa Tenggara Barat. Gunung Tambora memiliki ketinggian 2851 mdpl setelah letusan besar yang terjadi pada tahun 1815. Akibat letusan tersebut Gunung Tambora memiliki kaldera dengan diameter 6x7 km (Badan Geologi, 2014). Meskipun telah mengalami letusan besar Gunung Tambora masih dikategorikan gunung api aktif karena aktivitas berupa kepulan asap fumarola dan sulfatara di sekitar dinding kaldera dengan intensitas sedang-lemah (Badan Geologi, 2014).

Sebelum letusan tahun 1815 Radermacher mendeskripsikan Kawasan Tambora sebagai kawasan yang tandus dan berbatu tanpa ada apapun yang tumbuh dan sumber pangan yang kurang mencukupi sebagai makanan penduduk setempat pada tahun 1786. Padi diperoleh dari saudagar dengan menukarkan kekayaan yang terdapat di hutan. Dengan cara itulah raja, bangsawan dan penduduk dapat menutupi kekurangan pangan karena tandusnya kawasan ini setiap tahun. Penduduk setempat juga membiakkan kuda di sekitar kawasan Gunung Tambora (Boers, 1995). Asap tebal mulai muncul dari kawah Gunung Tambora pada tahun 1812. Letusan terjadi pada tahun 1815 diawali dengan asap yang semakin menebal sebelum peristiwa letusan paroksismal pada tanggal 10 s.d 11 April. Letusan paroksismal adalah

letusan secara perlahan yang diakhiri dengan letusan besar. Letusan paroksismal berakhir pada tanggal 12 April dan fasa kegiatan semakin berkurang pada tanggal 15 Juli. Karena letusan tersebut Gunung Tambora saat ini memiliki ketinggian 2851 mdpl (Badan Geologi). Ketinggian Gunung Tambora sebelum mengalami letusan diperkirakan mencapai 4200 mdpl (Padang, 1983).

Magma bergerak ke atas dari daerah sumber yaitu mantel bumi, terkadang magma terjebak di tengah kerak bumi selama beberapa waktu sebelum mengalami erupsi. Beberapa sinyal seismik yang dapat dideteksi di permukaan bumi diduga merupakan pergerakan magma yang bermigrasi melewati kerak yang kemudian diawasi secara rutin sebagai dasar untuk mendeteksi *magmatic unrest* dan memperkirakan aktivitas erupsi (Roman, 2018).

Penduduk di wilayah Kab. Bima dan Kab. Dompu berjumlah 740.865 jiwa (Sensus Penduduk 2020). Penelitian ini perlu dilakukan karena wilayah tersebut memiliki kemungkinan korban jiwa yang tinggi bila terjadi erupsi. Keberadaan *magma chamber* erat kaitannya dengan aktivitas gunung api. Aktivitas gunung api tersebut dapat memberi dampak bagi masyarakat sekitar, bila aktivitas tersebut berupa erupsi maka dapat menimbulkan korban jiwa. Seperti pada Al-Quran Surat Ar-Rad ayat 31

وَلَوْ أَنَّ قُرْآنًا سُيِّرَتْ بِهِ الْجِبَالُ أَوْ قُطِعَتْ بِهِ الْأَرْضُ أَوْ
 كَلِمَ بِهِ الْمَوْتِينَ ۚ بَلْ لِلَّهِ الْأَمْرُ جَمِيعًا ۚ أَفَلَمْ يَيْئَسِ الَّذِينَ
 آمَنُوا أَنْ لَوْ يَشَاءُ اللَّهُ لَهَدَى النَّاسَ جَمِيعًا ۚ وَلَا يَزَالُ
 الَّذِينَ كَفَرُوا تُصِيبُهُمْ بِمَا صَنَعُوا قَارِعَةٌ أَوْ تَحُلُّ قَرِيبًا
 مِنْ دَارِهِمْ حَتَّىٰ يَأْتِيَ وَعْدُ اللَّهِ ۚ إِنَّ اللَّهَ لَا يُخْلِفُ
 الْمِيعَادَ

Artinya:

Dan sekiranya ada suatu bacaan (kitab suci) yang dengan bacaan itu gunung-gunung dapat diguncangkan atau bumi jadi terbelah atau oleh karenanya orang-orang yang sudah mati dapat berbicara, (tentulah Al Quran itulah dia). Sebenarnya segala urusan itu adalah kepunyaan Allah. Maka tidakkah orang-orang yang beriman itu mengetahui bahwa seandainya Allah menghendaki (semua manusia beriman), tentu Allah memberi petunjuk kepada manusia semuanya. Dan orang-orang yang kafir senantiasa ditimpa bencana disebabkan perbuatan mereka sendiri atau bencana itu terjadi dekat tempat kediaman mereka, sehingga datanglah janji Allah. Sesungguhnya Allah tidak menyalahi janji. (Departemen Agama RI, 2009)

Banyaknya penduduk di sekitar Gunung Tambora serta banyaknya korban jiwa akibat letusan tahun 1815, maka diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi *magma chamber*. Penelitian tersebut dilakukan untuk mendapatkan informasi *magma chamber* Gunung Tambora. Informasi tersebut nantinya dapat menjadi bahan tambahan untuk melakukan *monitoring* terhadap Gunung Tambora sehingga peringatan dini dapat dilakukan lebih cepat dan akurat untuk mencegah jatuhnya korban jiwa.

Keberadaan *magma chamber* dapat diidentifikasi melalui survei geofisika. Beberapa metode geofisika yang dapat digunakan salah satunya adalah metode gravitasi. Metode ini dapat memberi gambaran keadaan di bawah permukaan bumi berdasarkan perbedaan nilai gravitasi yang

disebabkan oleh perbedaan kerapatan atau densitas batuan (Telford dkk, 1990). Data gravitasi yang didapatkan selanjutnya diproses untuk mendapatkan nilai anomali regional atau residual kemudian dilakukan pemodelan. Pemodelan dapat dilakukan untuk mendapatkan hasil 1 dimensi, 2 dimensi, 2,5 dimensi atau 3 dimensi.

Perkembangan teknologi memberi kemudahan dalam pengukuran gravitasi. Survei gravitasi dapat dilakukan langsung di lapangan ataupun melalui satelit. Dari peluncuran Skylab pada tahun 1973 hingga sekarang, banyak misi satelit altimetri yang dikirim ke luar angkasa dengan objektifnya masing-masing. Misi-misi tersebut antara lain GEOS-3, SEASAT, GEOSAT, ERS-1, TOPEX/POSEIDON, dan ERS-2.

Penelitian terhadap Gunung Tambora banyak dilakukan oleh peneliti dari luar Indonesia. Sebagian besar penelitian merupakan dampak setelah letusan dan keadaan sekitar Gunung Tambora sebelum dan setelah letusan. Salah satu penelitian mengindikasikan adanya reservoir magma dangkal dengan kedalaman kurang dari 7,5 km dan reservoir magma dalam dengan kedalaman 14 km s.d. 17 km (Gertisser dkk, 2012). Dalam penelitian tersebut terdapat model dari *magma chamber* Gunung Tambora yang mengilustrasikan proses *petrogenetic* dan *timescale* sebelum terjadi erupsi pada tahun 1815. Model dalam penelitian tersebut merupakan model berdasarkan analisis pada mineral, deposit dan unsur-unsur yang terkandung dalam material erupsi 1815. Pemodelan menggunakan metode gravitasi juga

dapat dilakukan untuk mendapatkan interpretasi *magma chamber* yang berada di bawah permukaan Gunung Tambora.

Data gravitasi yang digunakan untuk penelitian ini diambil dari situs <https://topex.ucsd.edu>. Data tersebut merupakan data yang diambil menggunakan satelit TOPEX/POSEIDON. Data gravitasi yang diperoleh berupa *Free Air Anomaly* (FAA) (Sandwell dan Garcia, 2013). Data yang didapat dilakukan koreksi untuk menghilangkan *noise* dan mengeliminasi pengaruh lingkungan ketika pengambilan data dilakukan. Koreksi tersebut juga berfungsi untuk mengambil data yang diperlukan sehingga memudahkan proses pengolahan data. Hasil dari pengolahan data gravitasi yang diperoleh adalah pembuatan model *magma chamber*. Pemodelan dilakukan dengan metode *Forward Modelling*, yaitu pemodelan dengan pendekatan respon anomali model dengan data respon anomali data lapangan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan model *magma chamber* Gunung Tambora. Model yang dihasilkan nantinya berbentuk 2,5 D. Pemodelan *magma chamber* Gunung Tambora dilakukan untuk mendapatkan gambaran tentang kedalaman *magma chamber* Gunung Tambora.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana model struktur bawah permukaan Gunung Tambora berdasarkan data gravitasi dari satelit Topex/Poseidon?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Memodelkan struktur bawah permukaan Gunung Tambora berdasarkan data gravitasi.

1.4. Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah :

1. Data gravitasi yang digunakan merupakan data dari satelit Topex/Poseidon yang diakses dari <http://topex.ucsd.edu/> yang disediakan oleh *Scripps Institution of California San Diego USA* dengan koordinat -8.211498° LS, $117,770902^{\circ}$ BT s.d. $-8,277833^{\circ}$ LS $118,140661^{\circ}$ BT.
2. Model yang dihasilkan adalah model 2,5 Dimensi.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Apabila model struktur bawah permukaan berhasil diperoleh diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang keaktifan gunung api setelah mengalami erupsi besar.
2. Apabila analisis telah dilakukan diharapkan dapat memberi pemahaman dan pengetahuan yang lebih komprehensif tentang Gunung Tambora.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Model struktur bawah permukaan Gunung Tambora berupa 3 lapisan batuan. *Pumice* dengan densitas $1,2 \text{ g cm}^{-3}$ pada ketinggian 1 km pada lapisan pertama, batuan lava-breksi dengan densitas $2,61 \text{ g cm}^{-3}$ pada kedalaman 2 km pada lapisan kedua, batuan breksi-tuf dengan densitas $2,44 \text{ g cm}^{-3}$ pada kedalaman lebih dari 2 km pada lapisan ketiga dan intrusi batuan lava dengan densitas $2,8 \text{ g cm}^{-3}$ berada diantara lapisan kedua dan ketiga pada kedalaman $\pm 3 \text{ km}$ dengan dimensi $4,5 \text{ km} \times 1,75 \text{ km}$.

4.2. Saran

Hasil tersebut merupakan gambaran mengenai kondisi bawah permukaan Gunung Tambora. Keadaan Gunung Tambora dapat dipahami lebih akurat menggunakan data tambahan seperti data gravitasi primer untuk meningkatkan keakuratan, meningkatkan resolusi data gravitasi dan meningkatkan kualitas hasil penelitian agar lebih akurat. Penelitian dengan metode lain seperti magnetik, seismik, maupun geolistrik juga dapat dilakukan untuk menambah referensi dan membantu penelitian tentang Gunung Tambora. Pemodelan 3D yang merupakan pemodelan tingkat lanjut juga dapat dilakukan untuk meningkatkan pemahaman tentang kondisi bawah permukaan Gunung Tambora.

Daftar Pustaka

- Bemmelen, R. W. v. 1949. *The Geology of Indonesia* (Vol. 1A). The Hague: Government Printing Office.
- Blakely, R. J. 1996. *Potential Theory I Gravity and Magnetic Application*. USA:Cambridge University Press.
- Boers, B. d. 1995. Mount Tambora in 1815: A Volcanic Eruption in Indonesia and Its Aftermath. *Journal Storage* , 37-60.
- Bottinga, Y dan Weill, D. F. 1970. Densities of liquid silicate calc from partial molar volumes of oxide components. *American Journal of Sociology*, 169-182.
- BPS. 2021. *Sensus Penduduk 2010 Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Diakses 13 Februari 2021 dari:<https://sp2010.bps.go.id/index.php/site?id=52&wilayah=Nusa-nggara-Barat>
- Diggles, M. 2013. *Mount Mazama and Crater Lake: Growth and Destruction of a Cascade Volcano*. Diakses pada tanggal 8 Agustus 2022 dari <https://pubs.usgs.gov/fs/2002/fs092-02/>

Foden, J. 1986. The Petrology of Tambora Volcano, Indonesia: A Model for The 1815 Eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 1-41

Forni, F., Degruyter, W., Bachman, O., Astis, G. De., dan Mollo, S. 2018. Long-term magmatic evolution reveals the beginning of a new caldera cycle at Campi Flegrei. *Science Advances*, **Vol.4 No.11 November 2018**: 1-11.

Francis, P. 1993. *Volcanoes: A Planetary Perspective*. New York: Oxford University Press.

Gertisser, R., Self, S., Thomas, L., Handley, H., Calsteren, P. van., dan Wolff, J. 2012. Processes and Timescales of Magma Genesis and Differentiation Leading to the Great Tambora Eruption in 1815. *Journal of Petrology*, **Vol.53 No.2 2012**: 271-279

Kementerian ESDM Badan Geologi Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. 2014. *Data Dasar Gunung Tambora*. Bandung: PVMBG.

Nowell, D. 1999. Gravity terrain correction - an overview. *Journal of Applied Geophysics*, **Vol.42 No.2 Oktober 1999**: 117-134.

Islamiyah, R. 2015. *Analisis Data Anomali Gravitasi untuk Memodelkan Struktur Bawah Permukaan Ranu Segaran*. (Tugas Akhir), UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.

Kemenag. 2022. *Qur'an Kemenag*. Diakses pada tanggal 6 Februari 2022 dari <https://quran.kemenag.go.id/sura/99>

Maghfira, P. D., dan Niasari, S. W. 2019. Gravity Satellite Analysis for Subsurface Modelling in Mount Merapi-Merbabu, Java, Indonesia. *E3S Web of Conferences*, **Vol.76 No.1 Januari 2019**: 1-3.

Maulana, A. D. dan Prasetyo, D. A. 2019. Analisa Matematis Pada Koreksi Bouguer dan Koreksi Medan Data Gravitasi Satelit Topex dalam Penentuan Kondisi Geologi Studi Kasus Sesar Palu Koro, Sulawesi Tengah. *Jurnal Geosaintek*, **Vol.5 No.3 2019**: 91-100

Padang, M. N. van. 1983. *History of the volcanology in the former Netherlands East Indies*. Den Haag: The Netherlands.

Parasnis, D. S. 1986. *Principles of Applied Geophysics*. New York: Chapman and Hall.

Permadi, W. A., Setyawan, A., dan Nurdien, I. 2016. Intepretasi Bawah Permukaan Gunung Merapi Dengan Analisa Gradient dan Pemodelan 2D data Gayabarat. *Youngster Physics Journal* , **Vol.5 No.4 Oktober 2016:** 433-440.

Reynolds, J. M. 2011. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics* (2nd ed.). Chichester, United Kingdom: Wiley-Blackwell.

Sandwell, D., Garcia E., Soofi, K., Wessel, P., Chandler, M., dan Smith, W. H F. 2013. Toward 1-mgal accuracy in global marine gravity from Cryo Sat-2, Envisat, and Jason-1. *The Leading Edge*, **Vol.32 No.8 2013:** 892-899.

Sari, A. A. 2020. *Identifikasi Magma Chamber di Kawasan Gunungapi Merapi dengan Memanfaatkan Data Anomali Medan Gravitasi Citra Satelit Topex/Posaidon.*(Tugas Akhir), UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.

Scott, K. 2019. *Extract XYZ Grid-Topography or Gravity*. Diakses pada tanggal 31 Juli 2020 dari https://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi

Self, S., Gertisser, R., Thordarson, T., Rampino, M. R., dan Wolff, J. A. 2004. Magma volume, volatile emission, and stratospheric aerosols from the 1815 eruption of Tambora. *Geophysical Research Letters*, **Vol.31 No.1 2004:** 1-4.

- Septian, A., Alghifarry, M. B., Gayatri, R., Rasimeng. S., Dani, I. 2004. Pemrograman Dasar dan Analisa Anomali Bouguer Sederhana dalam Komputasi Menggunakan Matlab. *Jurnal MIPA UNSRAT Online*, **Vol.5 No.2 2004**: 76-80.
- Serway, R. A., dan Jewett, J. W.;. 2004. *Physics for Scientist and Engineer* (6th ed.). California: Thomson Brooks/Cole.
- Setyawan, A. 2005. Kajian Metode Ekuivalen Titik Massa Pada Proses Pengangkatan Data Gravitasi ke Bidang Datar. *Berkala Fisika*, **Vol. 8 No.1 Januari 2005**: 7-10.
- Sharma, P. V. 1997. *Enviromental and Engineering Geophysics*. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.
- Shihab M. Q. 2002. *Tafsir Al-Misbah: Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sigurdsson, S., dan Carey, S. 1992. Eruptive History of Tambora volcano, Indonesia. *Mitteilungen aus dem Geologisch-Palaontologischen Institut der Universitat Hamburg* , 187-206.
- Slothers, R. B. 1984. The Great Tambora Eruption in 1815 and Its Aftermath. *SCIENCE* , **Vol. 224 No.4654 Juni 1984**: 1191-1198.

Suhendro, I., Toramaru A., Miyamoto T., Miyabuchi Y., dan Yamamoto T. 2021. Magma Chamber Stratification of the 1815 Tambora Caldera-Forming Eruption, *Bulletin of Volcanology*, 1-20.

Suyanto, I. 2011. *Pemodelan Bawah Permukaan Gunung Merapi dan Merbabu Berdasarkan Analisis Data Gravitasi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.

Telford, W. M., Geldart, L. P., dan Sheriff, R. E. 1990. *Applied Geophysics*. Melbourne, Australia: Cambridge University Press.

Watson, J. 2011. *Principal Types of Volcano*. Diakses 20 Februari 2021, dari USGS: <https://pubs.usgs.gov/gip/volc/types.html>