

LAPORAN AKHIR PENELITIAN
KELOMPOK DOSEN BIDANG KEAHLIAN



DAMPAK MELETUSNYA GUNUNG SINARUNG TERHADAP SUMBER AIR
PANAS DI TINGGI RAJA KABUPATEN SIMALUNGUN

TIM PENGUSUL

Drs. Togi Tampubolon, M.Si., Ph.D

NIDN .0001056111

(Ketua Peneliti)

Dr. Rita Juliani, M.Si

NIDN. 0015076905

(Anggota Peneliti)

Drs. Juniar Hutahaean, M.Si

NIDN. 0006036504

(Anggota Peneliti)

Dibiayai oleh:
Universitas Negeri Medan
Sesuai Kontrak Nomor:
282/UN33.8/PL/2018

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN

2019

LAPORAN AKHIR PENELITIAN
KELOMPOK DOSEN BIDANG KEAHLIAN



DAMPAK MELETUSNYA GUNUNG SINABUNG TERHADAP SUMBER AIR
PANAS DI TINGGI RAJA KABUPATEN SIMALUNGUN

TIM PENGUSUL

Drs. Togi Tampubolon, M.Si., Ph.D	NIDN .0001056111	(Ketua Peneliti)
Dr. Rita Juliani, M.Si	NIDN. 0015076905	(Anggota Peneliti)
Drs. Juniar Hutahean, M.Si	NIDN. 0006036504	(Anggota Peneliti)

Dibiayai oleh:
Universitas Negeri Medan
Sesuai Kontrak Nomor:
282/UN33.8/PL/2018

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
2019

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Dampak Meletusnya Gunung Sinabung Terhadap Sumber Air Panas Di Tinggi Raja Kabupaten Simalungun

Bidang Ilmu : Fisika

Tema payung/ Sub Tema Penelitian : Fisika Bumi/Geofisika

Ketua Peneliti :

- a. Nama Lengkap : Drs. Togi Tampubolon, M.Si., Ph.D
- b. NIP/NIK : 196105011987031003/
- c. NIDN : 0001056111
- d. Pangkat/Golongan : Pembina/IVa
- e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
- f. Program Studi : Fisika
- g. No HP : +62 853- 6170-5878
- h. E-mail : topartam@gmail.com

Anggota (1)

- a. Nama Lengkap : Dr. Rita Juliani, M.Si
- b. NIDN : 0015076905
- c. Prodi : Fisika

Anggota (2)

- a. Nama Lengkap : Drs. Juniar Hutahean, M.Si
- b. NIDN : 0006036504
- c. Prodi : Fisika

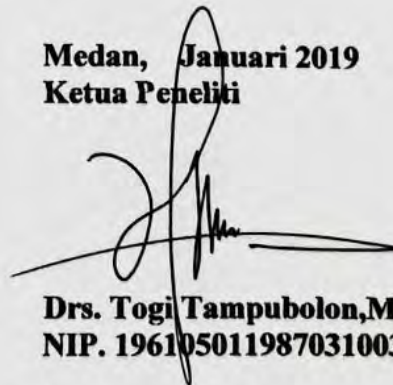
Biaya Yang Diusulkan : Rp. 40.000.000

Mengetahui:
Dekan FMIPA UNIMED



Drs. Martina Resnati, M.Si
NIP. 196303211988032002

Medan, Januari 2019
Ketua Peneliti



Drs. Togi Tampubolon, M.Si., Ph.D
NIP. 196105011987031003

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian



Prof. Drs. Motlan, M.Sc., Ph.D
NIP. 195908051986011001

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Pengesahan	<i>i</i>
Daftar Isi	<i>ii</i>
Ringkasan	<i>iv</i>
Prakata	<i>v</i>
Daftar Gambar	<i>vi</i>
Daftar Tabel	<i>vii</i>
Daftar Lampiran	<i>viii</i>
BAB I Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Permasalahan yang Teliti	2
1.3. Tujuan	2
BAB II Tinjauan Pustaka	3
2.1. Gunung Api	3
2.2. Gunung Sinabung	3
2.3. Panas Bumi	4
2.4. Panas Bumi Tinggi Raja	4
2.5. Remote Sensing	4
2.6. Pengertian Gempa Bumi	4
2.7. Peta Jalan Penelitian	5
BAB III Metode Penelitian	6
3.1. Lokasi Penelitian	6
3.2. Alat dan Bahan	6
3.2.1. Alat Penelitian	7
3.2.2. Bahan Penelitian	7
3.3. Prosedur Kerja	7
3.3.1. Tahap Pertama	7
3.3.2. Tahap Kedua	8
3.4. Diagram Alir	9
BAB IV Biaya dan Jadwal Penelitian	10
4.1. Biaya Penelitian	10
4.2. Jadwal Penelitian	10
BAB V Hasil dan Pembahasan	11
5.1. Hasil Penelitian	11
5.1.1. Titik Penelitian	11
5.1.2. Data dari Pusat Vulkanologi Bandung	16
5.1.3. Data Intensitas Kegempaan, Tingkat Kerusakan dan Pengaruh Radius Gempa dengan Skala Richter	19
5.1.4. Data Base Smithsonian	21
5.1.5. Hasil Penelitian Kementerian Energi dan Sumber Daya	23

Mineral Badan Geologi	
5.1.6 Perbedaan Dampak yang Ditimbulkan Akibat Gempa Vulkanik Gunung Sinabung dan Akibat Gempa Tektonik di Palu	24
5.1.7 Data Peta dari Gunung Sinabung ke Tinggi Raja	32
5.2 Pembahasan	37
BAB VI Kesimpulan dan Saran	41
6.1. Kesimpulan	41
6.1. Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	42

RINGKASAN

Gunung Sinabung adalah gunung api strato berbentuk kerucut, dengan tinggi puncaknya 2460 m dpl. Lokasi secara administratif masuk ke dalam Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis terletak pada posisi 3°10' Lintang Utara dan 98°23,5' Bujur Timur. Gunung Sinabung tidak pernah tercatat meletus sejak tahun 1600, tetapi mendadak aktif kembali dengan meletus pertama kalinya pada tahun 2010, gunung ini mengeluarkan asap dan abu vulkanis.

Panas bumi adalah sumber daya alam dalam bentuk fluida (air dan uap) yang terjebak dalam reservoir bumi dan terkena panas oleh batuan yang berasal dari pembekuan magma cair yang bersuhu tinggi. Sumber panas diduga berasal dari sisa magma pembentukan batuan vulkanik yang berada dibawah kerucut gunung api yang berasal dari kantong- kantong magma dengan kedalaman yang tidak diketahui. Mata air panas (spring) adalah pemusatan keluarnya air tanah yang muncul di permukaan tanah sebagai arus dari aliran air tanah. Hot spring memiliki suhu diatas 37°C, diatas suhu normal tubuh manusia.

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki hubungan meletusnya gunung sinabung dengan sumber air panas secara geofisika baik secara alami maupun dengan remote sensing. Untuk alami data diperoleh dari **survei lapangan; photo**, informasi dari masyarakat, tentang hubungan perpindahan sumber air panas dengan meletusnya gunung Sinabung dan **Kunjungan** untuk mendapatkan Informasi tentang kekuatan gempa dari kantor pusat Badan Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Sementara penggunaan **remote sensing** dapat menghasilkan peta LST dan NDVI dengan penggunaan data citra satelit ditempat dimana pernah ada sumber air panas sebelum penelitian ini dilakukan. Untuk menambah wawasan dampak gempa bumi, Peneliti melakukan survei lapangan ke Palu. Hasil penelitian ini sangat potensial disampaikan dalam seminar nasional maupun Internasional dandipublikasikan ke Jurnal tingkat Nasional, dan Internasional bereputasi. Juga berkontribusi untuk penerapan aplikasi ilmu pengetahuan dalam memecahkan gejala alam dimasyarakat secara ilmiah, hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk perbaikan mata kuliah pendahuluan fisika bumi. Dan juga menjadi **tambahan materi** perkuliaan di jurusan fisika, geografi dan disekolah lanjutan (Masuk materi buku pelajaran)

PRAKATA

Puji dan syukur kami ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa , atas rahmat-Nya kita diberi kesempatan untuk melakukan penelitian ini dan menyelesaikan laporan akhir penelitian.

Laporan akhir penelitian ini merupakan penjelasan tentang pelaksanaan penelitian bidang keahlian mengenai dampak meletusnya Gunung Sinabung terhadap perpindahan sumber air panas di Tinggi Raja Kabupaten Simalungun. Penelitian ini dilaksanakan sesuai dengan bidang keahlian yaitu Fisika Bumi yang ada di Universitas Negeri Medan.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih atas segala bantuan dana yang diberikan oleh Universitas Negeri Medan dan kepada semua yang telah memberikan bantuan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penelitian hingga laporan akhir penelitian.

Dalam menyusun laporan akhir penelitian ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan, kesalahan dan kekhilafan karena keterbatasan penulis, untuk itu sebelumnya penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi perbaikan yang bersifat membangun atas laporan akhir ini.

Akhirya dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih dan semoga laporan akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun kita bersama.

Medan, Januari 2019

Penulis

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Posisi penelitian pengembangan ilmu kebumian dan aplikasinya	5
Gambar 3.2.1 (a) Lokasi Penelitian	6
Gambar 3.2.1 (b) Jarak lokasi penelitian	6
Gambar 5.1. Peta Geologi Gunung Api Sinabung Provinsi Sumatera Utara (Pusat Vulkanologi Bandung)	16
Gambar 5.2. Peta Geologi Sinabung – Tinggi Raja	32

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Tabel Alat Penelitian	6
Tabel 3.2. Tabel Data Spasial	6
Tabel 3.3. Tabel Data Atribut	7
Tabel 5.1 : Rekapitulasi Biaya Penelitian	10
Tabel 5.2 : Jadwal Rencana Pelaksanaan Penelitian	10
Tabel 5.1. Titik GPS Penelitian	11
Tabel 5.2. Level Tingkatan Bahaya Gunungapi di Indonesia.	18
Tabel 5.3. Aktivitas Gunung Sinabung	19
Tabel 5.4 Tingkat Letusan (Vulcanic Eruption Indeks atau skala VEI) Gunung Sinabung	21
Tabel 5.5 Dampak yang ditimbulkan Akibat Gempa Vulkanik Gunung Sinabung	26
Tabel 5.6. Dampak Akibat Gempa Tektonik di Palu.	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Penelitian	44
Lampiran 2. Susunan Organisasi Tim Peneliti Dan Pembagian Tugas	46
Lampiran 3. Biodata Diri Togi Tampubolon, Rita Juliani, Juniar Hutahaean.	47
Lampiran 4. Surat Pernyataan Ketua Penyusul	63
Lampiran 5. Surat Ijin Penelitian	64
Lampiran 6. Kontrak Penelitian KDBK	65

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Sumatera Utara memiliki gunung aktif dan salah satunya terletak di Kabupaten Karo yaitu gunung Sinabung. Lokasi Gunung Sinabung secara administratif termasuk ke dalam Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis terletak pada posisi 3°10' Lintang Utara dan 98°23,5' Bujur Timur. Gunung sinabung adalah satu diantara 30 gunung api yang ada diatas sesar besar Sumatera dan Gunung Api aktif yang terdekat dengan gunung super purba yaitu; Supervulcano TOBA. Gunung sinabung strato ini memiliki bentuk kerucut, dengan ketinggian 2460 meter diatas permukaan laut.. Semenjak tahun 1600 hingga tahun 2000-an Gunung Sinabung tidak pernah mengalami erupsi, tetapi mendadak aktif kembali dengan meletus pertama kalinya pada tahun 2010, gunung ini mengeluarkan asap dan abu vulkanis (BPS Karo 2012). Secara geologis, wilayah Sumatera Utara memiliki struktur dan batuan yang kompleks dan telah beberapa kali mengalami tumbukan dari proses tektonik karena posisinya terletak pada pertemuan lempeng Euroasia di sebelah timur dan lempeng Australia di sebelah barat. Hal ini menyebabkan terbentuknya rangkaian jalur patahan, rekahan dan pelipatan disertai kegiatan vulkanik. Jalur patahan tersebut melewati jalur Sumatera Utara mulai dari segmen Alas-Karo dan sepanjang kurang lebih 390 km merupakan sumber bencana alam geologi berupa pusat-pusat gempa di darat sebagai pemicu terjadinya letusan gunung berapi dan tanah longsor (Bappenas, 2016).

Panas bumi adalah sumber daya alam dalam bentuk fluida (air dan uap) yang terjebak dalam reservoir bumi dan terkena panas oleh batuan yang berasal dari pembekuan magma cair yang bersuhu tinggi (Naibaho, 2011). Sumber panas diduga berasal dari sisa magma pembentukan batuan vulkanik yang berada dibawah kerucut gunung api yang berasal dari kantong- kantong magma dengan kedalaman yang tidak diketahui (santoso 2002). Mata air panas (spring) adalah pemusatan keluarnya air tanah yang muncul di permukaan tanah sebagai arus dari aliran air tanah (Tolman,1927). Hot spring memiliki suhu diatas 37⁰C, diatas suhu normal tubuh manusia (Manroe, 2006).

Kabupaten simalungun memiliki potensi sumber panas bumi yang terletak di kecamatan silau kahean , desa Dolok Morawa. Beberapa penelitian pernah dilakukan di panas tinggi raja diantaranya penyelidikan oleh kelompok program penelitian panas bumi (2006) menyatakan fluida di daerah panas bumi tersebut memiliki suhu sebesar 180⁰C dan termasuk dalam kategori entalpi sedang dan potensi cadangan terduga 49-50 Mwe.

Gunung Sinabung meletus menimbulkan ketakutan bagi masyarakat dan berdampak pada kerusakan sumber kehidupan seperti lahan pertanian, jalan, dan pemukiman. Dampak meletusnya gunung ini sampai ke berbagai tempat yang jauh dari pusat vulkanik. Salah satu

tempat yang berdampak adalah Sumber air panas di tinggi raja kabupaten Simalungun yang berjarak lurus 44 km dari pusat gempa. Titik sumber air panas di tempat ini berpindah kira-kira 40- 80 meter dan juga ditemukan tanah seperti terbelah dua. Berpindahnya sumber air panas menimbulkan berbagai macam isu di masyarakat yang beranggapan antara lain: -Alam telah marah pada kita, -Akan terjadi gempa yang besar ditempat ini, -dan ada yang mengatakan setan yang memindahkannya, dan Ada juga yang mengatakan sumber air panas ini meminta korban persembahan, dan sebagainya. Hal ini yang mendorong pentingnya penelitian ini untuk menjawabnya secara Ilmiah dan diberikan pada **masyarakat dan mahasiswa**. Gejala alam yang terjadi inilah yang menimbulkan keingintahuan untuk mengungkap, Mengapa terjadi perpindahan sumber air panas di tempat ini, dan Apakah ada hubungan perpindahan dengan meletusnya gunung sinabung. **Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki hubungan meletusnya gunung sinabung dengan sumber air panas secara geofisika baik secara alami maupun dengan remote sensing**. Untuk alami data diperoleh dari **survei lapangan**; tentang hubungan perpindahansumber air panas dengan meletusnya gunung Sinabung dan **Kunjungan** untuk mendapatkan Informasi tentang kekuatan gempa dari kantor pusat Badan Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). Sementara penggunaan **remote sensing** dapat menghasilkan peta LST dan NDVI dengan penggunaan data citra satelit ditempat dimana pernah ada sumber air panas sebelum penelitian ini dilakukan. Hasil penelitian ini sangat potensial disampaikan dalam seminar nasional maupun Internasional dan dipublikasikan ke Jurnal tingkat Nasional, dan Internasional bereputasi. Juga berkontribusi untuk penerapan aplikasi ilmu pengetahuan dalam memecahkan gejala alam dimasyarakat secara ilmiah, hasil penelitian ini juga dapat digunakan untuk perbaikan mata kuliah pendahuluan fisika bumi,. Dan juga menjadi **tabahan materi** perkuliaan di jurusan fisika, geografi dan di sekolah lanjutan(masuk buku pelajaran)

1.2 Permasalahan yang diteliti

Masalah yang diteliti adalah :

1. Bagaimana mengetahui adanya perpindahan sumber air panas
2. Apakah meletusnya gunung sinabung berdampak / berhubungan terhadap perpindahan sumber air panas di Tinggi Raja.

1.3 Tujuan

Secara umum tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak dari meletusnya gunung sinabung dan tujuan khusus penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui adanya perpindahan sumber air panas
2. Untuk mengetahui ada tidaknya hubungan meletusnya gunung sinabung dengan perpindahan sumber air panas

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gunung Api

Gunung berapi adalah gunung yang terbentuk ketika magma dari bumi ke permukaan. Gunung berapi dapat diklasifikasikan menurut apakah tingkat kedahsyatan letusan dahsyat atau tenang, dan jenis bahan yang dimuntahkan selama meletus. Ketika meletus, gunung berapi memancarkan lava, bom vulkanik, terak, abu, gunung berapi, gas dan uap panas. Bahan dikeluarkan oleh letusan gunung berapi memiliki sifat yang ada batu lainnya. Gunung berapi terbentuk hasil dari batu-tu cairan yang dikumpulkan di bawah kerak bumi. Keadaan yang sangat suhu panas di bawah kerak bumi menyebabkan batu-tu menjadi cair. Ini batu cair-tu dikenal sebagai magma. (Modifikasi dari Krafft, 1989)

2.2 Gunung Sinabung

Gunung Sinabung adalah gunung api strato berbentuk kerucut, dengan tinggi puncaknya 2460 m dpl. Lokasi secara administratif masuk ke dalam Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. Secara geografis terletak pada posisi 3°10' Lintang Utara dan 98°23,5' Bujur Timur. Gunung Sinabung tidak pernah tercatat meletus sejak tahun 1600, tetapi mendadak aktif kembali dengan meletus pertama kalinya pada tahun 2010, gunung ini mengeluarkan asap dan abu vulkanis (BPS Karo, 2012). Mhd Ali Thoha Harahap (2017) melakukan penelitian di gunung Sinabung dalam pemanfaatan Citra Landsat untuk mitigasi bencana alam dan dampak meletusnya gunung sinabung kerusakan lahan. Penelitian yang sama juga pernah dilakukan oleh Cindy Rahmadani (2016) hasil penelitian menggambarkan kerusakan lahan akibat erupsi gunung sinabung.

2.3 Panas Bumi

Energi panas bumi merupakan energi panas yang tersimpan dalam batuan di bawah permukaan bumi. Energi panas bumi berasal dari aktivitas tektonik di dalam bumi yang terjadi sejak bumi tercipta. Sebagian panas tersebut juga berasal dari panas matahari yang diserap oleh permukaan bumi (Kasbani, 2008).

Terjadinya sumber energi panas bumi di Indonesia serta karakteristiknya dijelaskan oleh Budihardi (1998) sebagai berikut. Ada tiga lempengan yang berinteraksi di Indonesia, yaitu lempeng Pasifik, lempeng India-Australia dan lempeng Eurasia. Tumbukan yang terjadi antara ketiga lempeng tektonik tersebut telah memberikan peranan yang sangat penting bagi terbentuknya sumber energi panas di Indonesia. Awilayatun (2015) melakukan penelitian di desa Tinggi Raja yang mengidentifikasi titik panas bumi menggunakan geomagnetik. Diketahui bahwa adanya variasi kuat medan magnet disetiap titik dengan nilai intensitasnya. Dari hasil interpretasi kualitatif, nilai anomali magnetic berada pada -11,8533 nT sampai

34,6033 nT sedangkan hasil interpretasi kuantitatif pemodelan AA' menunjukkan adanya bataun sedimen dan kalsit, dengan nilai supseptibilitas -0,002;0,006;0.002; dan 0,015.

2.4 Panas Bumi Tinggi Raja

Adanya titik prospek panas bumi daerah simalungun dikarenakan berada pada posisi silang kawasan palung pasifik barat, sehingga terdapat sumber energi panas kawah putih dan kawah biru, salah satu daerah yang berpotensi adanya *geothermal* tepatnya didesa Tinggi Raja Kelurahan Dolok Morawa Kecamatan Silau Kahaean Kabupaten Simalungun. Dari hasil penelitian Awaliyatun (2015) didesa Tinggi Raja menunjukkan potensi panas bumi menjadi energi listrik sangat besar. Penelitian yang sama juga pernah dilakukan oleh Wahyu (2016) hasil dari nilai suseptibilitas dan nilai resestivitas pada daerah dusun bahoan memiliki lapisan yang sesuai.

2.5 Remote Sensing

Penginderaan jauh atau inderaja (*Remote Sensing*) adalah seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang obyek, area atau fenomena melalui analisa terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah ataupun fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer,1979). Penginderaan jauh terdiri atas 3 komponen utama yaitu obyek yang diindera, sensor untuk merekam obyek dan gelombang elektronik yang dipantulkan atau dipancarkan oleh permukaan bumi. Interaksi dari ketika komponen ini menghasilkan data penginderaan jauh yang selanjutnya melalui proses interpretasi dapat diketahui jenis obyek area ataupun fenomena yang ada (Howard, 1996).

2.6 Gempa bumi

Gempa bumi merupakan sebuah guncangan hebat yang menjalar ke permukaan bumi yang disebabkan oleh gangguan di dalam litosfir (kulit bumi). Gangguan ini terjadi karena di dalam lapisan kulit bumi dengan ketebalan 100 km terjadi akumulasi energi akibat dari pergeseran kulit bumi itu sendiri.

Lapisan kulit bumi mempunyai temperatur relatif jauh lebih rendah dibandingkan lapisan di bawahnya (mantel dan inti bumi) sehingga terjadi aliran konvektif, yaitu massa dengan suhu tinggi mengalir ke daerah bersuhu lebih rendah.

Massa bersuhu tinggi ini berada di lapisan astenosfir yang bersifat sangat kental yang mengalir secara perlahan. Akibat gerakan-gerakan ini, maka kulit bumi terpecah-pecah menjadi bagian-bagian berupa lempengan yang saling bergerak satu sama lain, yang kemudian disebut dengan lempeng tektonik. Umumnya gempa bumi disebabkan dari pelepasan energi yang dihasilkan oleh tekanan yang dilakukan oleh lempengan yang bergerak. Tektonik di Sumatera dikontrol oleh batas antara lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia bagian tenggara. Lempeng Indo-Australia bergerak ke arah utara sampai N26⁰ dengan kecepatan 60-70 mm/tahun (Newcom and McCann, 1987). Karena arah

subduksi ini membentuk sudut dengan batas lempeng, maka timbul dua buah sesar besar yakni Sesar Sumatera (Van Bemmelen, 1949) dan Sesar Mentawai (Zen Jr, 1992; M. Kemal, 1993). Akibat gempa vulkanik dapat mengakibatkan munculnya sumber-sumber mata air yang baru. Mata air panas banyak dijumpai dikawasan gunung berapi aktif diseluruh Dunia.

2.7 Peta Jalan Penelitian

Payung penelitian ditetapkan sesuai visi unimed yaitu memiliki keunggulan dalam pendidikan, rekayasa industri, dan budaya. Jurusan fisika unimed menjabarkan visi unimed ini menjadi visi Jurusan Fisika yang salah satunya unggul dalam *research* rekayasa yang bermanfaat bagi internal maupun *stokeholder*. *Research* dalam bidang kebumian telah dikembangkan dalam pengembangan ilmu dan aplikasinya. Seperti pada gambar dibawah.



Gambar 2.1 Posisi penelitian pengembangan ilmu kebumian dan aplikasinya

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dan jarak lokasi kawah putih tinggi raja dengan gunung Sinabung dapat dilihat pada gambar 3. 2.1 (a) dan 3. 2.1 (b) dibawah ini.



Gambar 2.1 (a) Lokasi Penelitian



Gambar 2.1 (b) Jarak lokasi penelitian dengan gunung sinabung

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan penelitian

3.2.1. Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan sebagai berikut

Tabel 3.1. Tabel Alat Penelitian

No.	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	GPS	Garmin	Seperangkat
2.	Satu perangkat Komputer/Laptop 1. ArcGis 10.0 2. ENVI 4.7 3. DNS GARMIN 4. Microsoft Office 2003	RAM>1 GB, HDD	Seperangkat
3.	Kamera Digital	10 – 16 Megapixel	1 Buah
4.	Alat Tulis	-	Seperangkat

3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan berupa data spasial dan data atribut sebagai berikut :

a. Data Spasial

Tabel 3.2. Tabel Data Spasial

No.	Nama Data	Spesifikasi
1.	Citra Satelit Landsat 5 TM, 7 ETM+, 8 OLI http://glovis.usgs.gov/	Path : 057 Row : 129
2.	Data ASTER GDEM http://gdem.ersdac.jspacesystem.or.jp	ASTGTM2_N02E098

b. Data Atribut

Tabel 3.3. Tabel Data Atribut

No.	Nama Data	Spesifikasi
1.	Peta Rupa Bumi Sumatera Utara http://www.bakosurtanal.go.id/peta-rupabumi/	1 Buah
2.	Peta Curah Hujan normal tahunan (mm/tahun) untuk pulau Sumatera (Sumber : BMKB)	1 Buah
3.	Peta <i>Land use</i>	1 Buah
4.	Peta Jenis Tanah (Sumber:Badan Geologi Medan)	1 Buah
5.	Peta Penutupan dan Kawasan Lindung (Sumber :Departemen Kehutanan)	1 Buah
6.	Peta Administrasi Kabupaten Simalungun	1 Buah

3.3. Prosedur Penelitian

Rancangan penelitian ini,yakni :

3.3.1. Tahap Pertama

1. Survei Lapangan :

- Foto adalah untuk melihat bekas sumber mata air panas yang sebelumnya dan yang sekarang
- Masyarakat adalah untuk mendapatkan informasi mengenai perpindahan sumber mata air panas

- Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana Geologi untuk mendapatkan informasi kekuatan dan arah getaran gempa lengkap beserta jam, tanggal, bulan dan tahun
 - Remote sensing untuk memperoleh peta LST dan NDVI dengan penggunaan data citra satelit untuk membuktikan titik sumber air panas sebelum penelitian.
 - Survei lapangan ke pusat gempa tektonik di Palu.
2. Menyiapkan data atribut dan data spasial tahun 2005,2010,2013,2015,2017dan 2018.

3.3.2. Tahap Kedua

a. Melakukan Proses Pra-processing

Proses Pra-processing dilakukan dengan langkah-langkah,yaitu :

1. Melakukan koreksi radiometrik menggunakan software ENVI 4.7.
2. Melakukan koreksi geometri dengan menentukan titik kontrol atau GCP.
3. Melakukan pemotongan citra dengan menggunakan fungsi *clips tools* pada software ArcGIS 10.0.
4. Melakukan penajaman citra dengan melakukan komposit citra pada software ArcGIS 10.0.

b. Melakukan Proses Pengolahan (NDVI)

Langkah-langkah menghitung NDVI, yaitu :

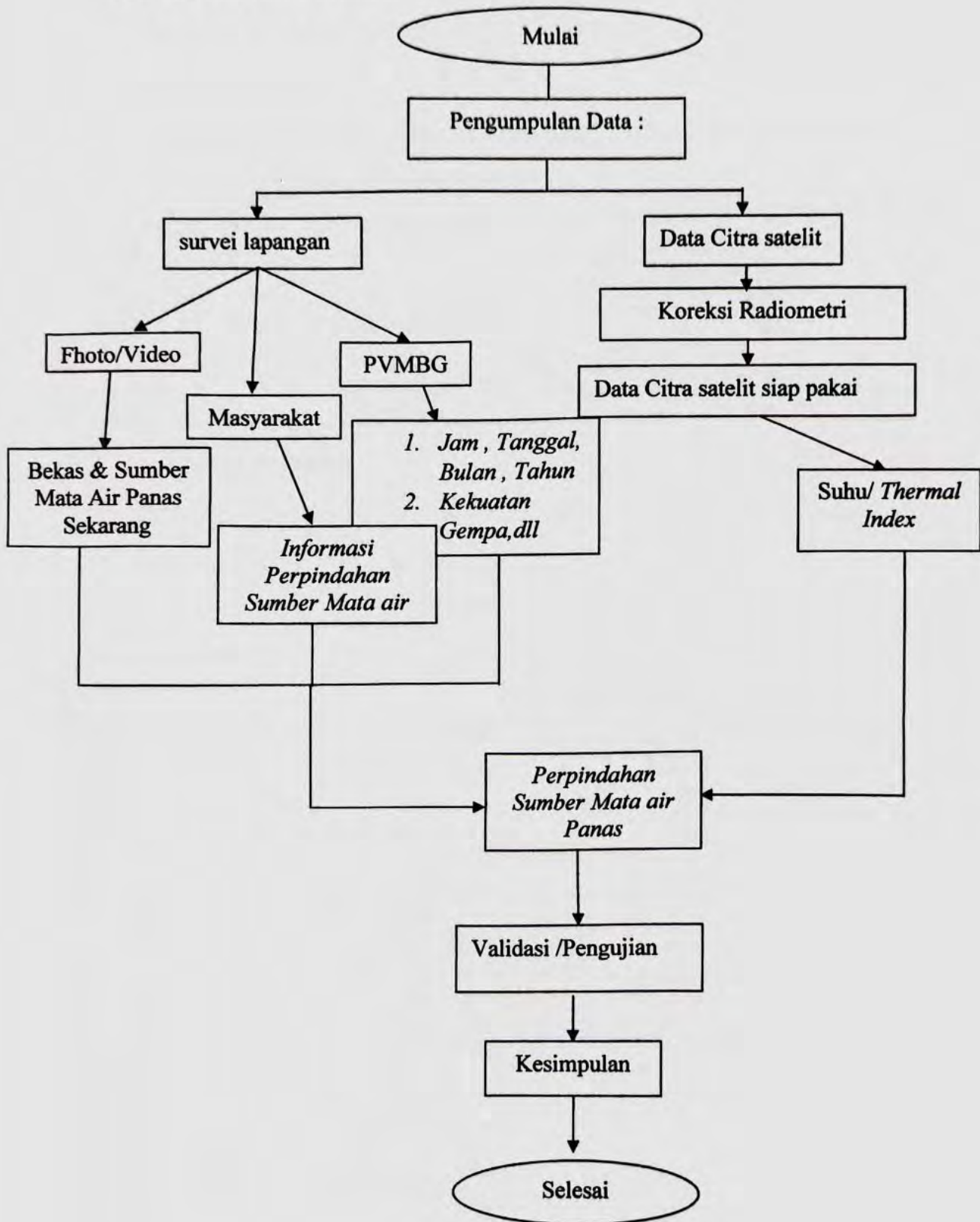
1. Membuka Band Red dan Band Infrared pada Citra Landsat di ENVI 4.7.
2. Menghitung nilai NDVI dengan menggunakan fungsi tools Transform, NDVI.
3. Memasukkan input Band Red dan Band Infrared pada kotak input, kemudian klik Ok.
4. Indeks Temperatur (*Thermal Index*, TI)

Langkah-langkah menghitung Indeks Temperatur, yaitu

1. Mengubah nilai digital number pada Band *Long Wavelength Infrared* Citra Landsat menggunakan *tools band math* pada software ENVI 4.7. dengan rumus
2. Menghitung harga indeks temperatur, menggunakan tools band math dengan menggunakan rumus
3. Kemudian nilai temperature diubah ke celcius, menggunakan rumus

$$TI (CI)=TI (K)-2$$

3.4 Diagram Alir Penelitian



BAB IV

BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN

4.1. Biaya Penelitian

Rekapitulasi biaya penelitian selama 1 tahun dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 : Rekapitulasi Biaya Penelitian

No	Jenis Pengeluaran	Biaya Yang Diusulkan (Rp)
1	Honorarium	10.000.000
2	Bahan Habis Pakai dan Peralatan	5.000.000
3	Perjalanan (Untuk Survei lapangan Diluar kota, jalan buruk)	13.000.000
4	Lain-lain (publikasi, seminar, laporan)	12.000.000
TOTAL		40.000.000

4.2. Jadwal Penelitian

Penelitian ini direncanakan selama 1 tahun dengan rincian sebagai berikut :

Tabel 4.2 : Jadwal Rencana Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan ke											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Menyiapkan Alat dan Bahan + Survei Lapangan	■	■	■									
2	Survei Lapangan Membuat Titik Kontrol (GCP) Untuk Wilayah Studi		■	■									
3	Melak kunjungan ke PVMBG			■									
4	Menganalisa data yang terkumpul				■								
5	Menganalisa data survey lapangan dan Hasil kunjungan ke PVMBG					■							
6	Pengumpulan data Satelit						■						
7	Melak koreksi Radiometrik dan geometrik							■					
8	Melakukan Perhitungan Suhu dan NDVI Untuk data satelit thn 2005-2018								■				
9	Menganalisa hasil perhitungan data satelit.									■			
10	Melakukan Perhitungan Korelasi Antara NDVI dengan Temperatur										■		
11	Melakukan Analisa gabungan data survey Dan data remote sensing											■	
12	Pembuatan Laporan												■
13	Pembuatan paper utk jurnal dan pemakalah												■

HASIL DAN PEMBAHASAN



5.1. Hasil Penelitian




Bab ini akan membahas mengenai hasil penelitian meliputi: Titik GPS Daerah Penelitian, Data dari Pusat Vulkanologi Bandung, Data Intensitas Kegempaan, Tingkat Kerusakan dan Pengaruh Radius Gempa dengan Skala Richter, Data Base Smithsonian, Hasil Penelitian Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi, Perbedaan Dampak yang Ditimbulkan Akibat Gempa Vulkanik Gunung Sinabung dan Akibat Gempa Tektonik di Palu, Data Peta Geologi Gunung Sinabung - Tinggi Raja.




5.1.1 Titik Penelitian





Penelitian yang dilakukan di daerah panas bumi yang ada di Tinggi Raja dilakukan di beberapa titik dan mencatat titik GPS daerah titik penelitian tersebut terdapat pada tabel 5.1.





Tabel 5.1. Titik GPS Penelitian

Titik	Letak Geografis	Suhu (°C)	Tinggi (m)	pH	Gambar
1 (Kawah Putih)	47N 0476673 UTM 0348563	65	442	5,2	
1 (Kawah Biru)	47N 0476354 UTM 0348148	-	438	-	 

<p>2 (Kawah Biru)</p>	<p>47N 0476294 UTM 0348049</p>	<p>-</p>	<p>436</p>	<p>-</p>	
<p>3 (Kawah Biru, air tidak ada, suara ada)</p>	<p>47N 0476281 UTM 0348197</p>	<p>-</p>	<p>437</p>	<p>-</p>	
<p>3 (Kawah Biru, air ada, suara tidak ada)</p>	<p>47N 0476255 UTM 0348197</p>	<p>-</p>	<p>437</p>	<p>-</p>	
<p>4 (Kawah</p>	<p>47N 0476216 UTM 0348120</p>	<p>64-65</p>	<p>437</p>	<p>5,8</p>	

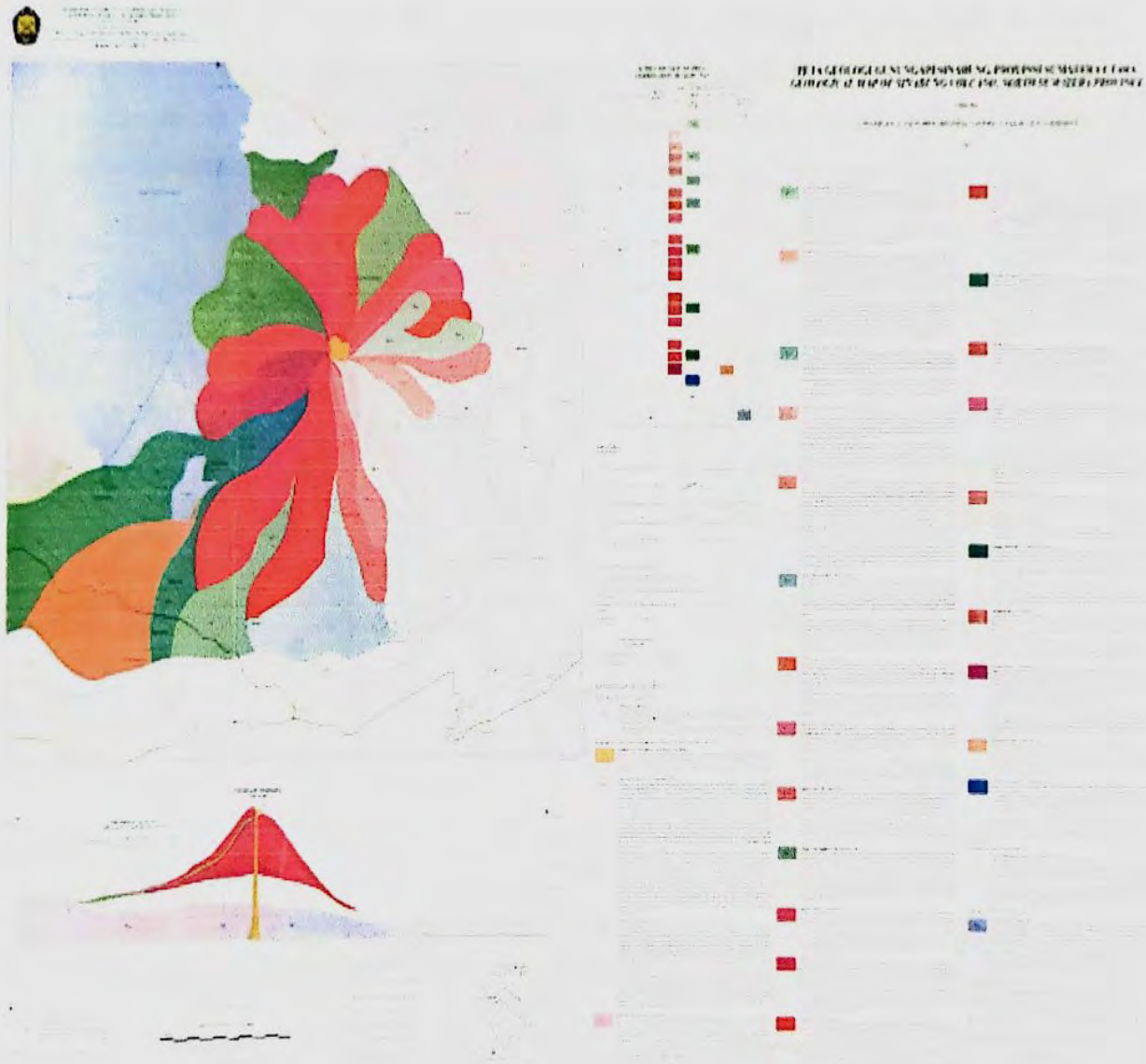
Biru)					
5 (kawah Biru)	47N 0476316 UTM 0347988	-	439	-	 
6 (Kawah Biru)	47N 0476321 UTM 0347973	-	438	-	

					  
7 (Kawah Biru)	47N 0476365 UTM 0347975	-	438	-	

					
8 (Kawah Biru)	47N 0476348 UTM 0347962	-	439	-	
9 (Dekat Sungai)	47N 0476300 UTM 0347903	61-63	416	5,8	
10 (Dekat Sungai)	47N 0476300 UTM 0347903	62-64	416	5,8	

5.1.2 Data dari Pusat Vulkanologi Bandung

Survei ke Badan Pusat Vulkanologi yang ada di Bandung mendapat hasil yaitu gambar peta geologi gunung api Sinabung, Provinsi Sumatera Utara dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut.



Gambar 5.1. Peta Geologi Gunung Api Sinabung Provinsi Sumatera Utara (Pusat Vulkanologi Bandung)

Gunung Api

Beberapa bahaya letusan gunungapi antara lain berupa aliran lava, lontaran batuan pijar, hembusan awan panas, aliran lahar dan lumpur, hujan abu, hujan pasir, dan semburan gas beracun, meskipun kejadian letusan gunungapi dapat diprediksi dengan tingkat keberhasilan tertentu berdasarkan fenomena-fenomena yang mendahuluinya, bahaya gunungapi seringkali tidak dapat dicegah, oleh karena itu, pemantauan gunungapi menjadi suatu hal yang cukup krusial dalam usaha mengurangi dampak akibat bahaya ini. Pemantauan ini dilakukan untuk menghasilkan informasi tingkat aktivitas gunungapi dalam 4 (empat) tingkatan, yaitu aktif normal, waspada, siaga dan awas seperti yang terdapat dalam Tabel 5.2. sebagai berikut.

Level I	Aktif Normal	Kegiatan gunungapi berdasarkan pengamatan dari hasil visual, kegempaan dan gejala vulkanik lainnya tidak memperlihatkan adanya kelainan
Level II	Waspada	Terjadinya peningkatan berupa kelainan yang tampak secara visual atau hasil pemeriksaan kawah, kegempaan dan gejala vulkanik lainnya
Level III	Siaga	Peningkatan semakin nyata hasil pengamatan visual/ pemeriksaan kawah, kegempaan dan metoda lain saling mendukung. Berdasarkan analisis, perubahan kegiatan cenderung diikuti letusan
Level III	Siaga	Peningkatan semakin nyata hasil pengamatan visual/

		pemeriksaan kawah, kegunaan dan metoda lain saling mendukung. Berdasarkan analisis, perubahan kegiatan cenderung diikuti letusan
--	--	--

Tabel 5.2. Level Tingkatan Bahaya Gunungapi di Indonesia. (Sumber: Sadisun, 2008).

Gunung Sinabung (bahasa Karo: Deleng Sinabung) adalah gunung api di Dataran Tinggi Karo, Kabupaten Karo, Sumatera Utara, Indonesia. Sinabung bersama Gunung Sibayak di dekatnya adalah dua gunung berapi aktif di Sumatera Utara dan menjadi puncak tertinggi ke 2 di provinsi itu. Ketinggian gunung ini adalah 2.451 meter.

Gunung ini tidak pernah tercatat meletus sejak tahun 1600, tetapi mendadak aktif kembali dengan meletus pada tahun 2010. Letusan terakhir gunung ini terjadi sejak 19 Februari 2018 dan berlangsung hingga kini. Adapun aktivitas gunung Sinabung yang berlangsung adalah terdapat pada tabel 5.3 berikut.

No.	Waktu	Keterangan
1.	27 Agustus 2010	Mengeluarkan asap dan abu vulkanik
2.	29 Agustus 2010 (00.15 WIB)	Mengeluarkan lava
3.	03 September 2010	Terjadi 2 kali letusan 1. pukul 04.45 (menyemburkan debu vulkanis setinggi 3km) 2. pukul 18.00 (terjadi bersamaan dengan gempa bumi vulkanis yang dpata terasa hingga 25km disekitar gunung)
4.	07 September 2010	Terjadi letusan besar, suara letusan terdengar sampai 8km, debu vulkanis tersebut hingga 5.000 meter di udara
5.	15 September 2013	Terjadi letusan pada dini hari dan sore hari
6.	17 September 2013	Terjadi 2 letusan siang dan sore hari, melepaskan awan panas dan abu vulkanik.
7.	03 November 2013 (03.00 WIB)	Terjadi letusan-letusan disertai dengan luncuran awan panas sampai 1,5km
8.	20 November 2013	Terjadi enam kali letusan sejak dini hari

9.	23 November 2013	Erupsi (letusan) terjadi empat kali
10.	24 November 2013	Terjadi letusan sebanyak lima kali, terbentuk kolam abu setinggi 8000m di atas puncak gunung
11.	24 November 2013 (10.00 WIB)	Status gunung sinabung dinaikkan kelevel tertinggi, level empat (awas)
12.	03 Januari 2014	Terjadi guguran lava pijar dan semburan awan panas
13.	04 Januari 2014	Terjadi rentetan kegempaan, letusan dan luncuran awan panas
14.	21 Mei 2016 (16.48 WIB)	Terjadi letusan mengeluarkan awan panas
15.	22 Mei 2016	Terjadi empat kali letusan
16.	19 Februari 2018 (08.53 WIB)	Terjadi letusan dan mengeluarkan abu dan awan panas Level empat (Awas)
17.	06 April 2018 (17.30 WIB)	Terjadi gempa dengan memuntahkan awan panas didaerah gunung

Tabel 5.3. Aktivitas Gunung Sinabung.

5.1.3 Data Intensitas Kegempaan, Tingkat Kerusakan dan Pengaruh Radius Gempa dengan Skala Richter

Kejadian gempa Bumi memiliki instensitas, tingkat kerusakan yang ditimbulkan dan pengaruh radius gempa dengan skala richter.

Berikut daftar intensitas gempa pada skala richter :

- 0-1,9 rata-rata pertahun : 700.000 intensitasnya tercatat tetapi tidak terasa.
- 2-2,9 rata-rata pertahun : 300.000 intensitasnya tercatat tetapi tidak terasa.
- 3-3,9 rata-rata pertahun : 40.000 termasuk kecil dan dirasakan oleh sedikit orang.
- 4-4,9 rata-rata pertahun : 6.200 termasuk ringan dan dirasakan oleh banyak orang.
- 5-5,9 rata-rata pertahun : 800 tergolong sedang dan intensitasnya agak merusak.
- 6-6,9 rata-rata pertahun : 120 tergolong kuat dan intensitasnya merusak.
- 7-7,9 rata-rata pertahun : 18 tergolong besar dan intensitasnya sangat merusak.
- 8-8,9 terjadi sekali dalam 10-20 tahun dan intensitasnya menghancurkan.

Tingkat kerusakan yang di akibatkan oleh gempa dengan perkiraan intensitas gempa pada skala richter :

- *Skala Richter 1* tidak terasa.
- *Skala Richter 2* terasa oleh orang dalam keadaan istirahat, terutama jika berada di tingkat atas atau tempat tinggi.
- *Skala Richter 3* terasa di dalam rumah, tetapi banyak yang tidak menyangka kalau ada gempa bumi. Getaran terasa seperti ada truk kecil lewat.
- *Skala Richter 4* terasa di dalam rumah seperti ada truk berat lewat atau terasa seperti ada barang berat menabrak dinding rumah. Barang-barang yang tergantung bergoyang-goyang dan barang-barang yang berdiri bergerak. Pintu-pintu berderak dan gelas-gelas gemerincing. Dinding-dinding rumah dan rangka rumah berbunyi.
- *Skala Richter 5* dapat dirasakan di luar rumah. Orang tidur terbangun. cairan tampak bergoyang-goyang dan dapat tumpah sedikit. Barang perhiasan rumah yang kecil bergerak atau jatuh. Pintu-pintu terbuka-tertutup. Pigura-pigura dan dinding bergerak. Jarum jam (jam bandul) ukuran besar akan mati atau tidak cocok lagi.
- *Skala Richter 6* terasa oleh semua orang. Banyak yang lari keluar karena terkejut dan takut. Pejalan kaki terganggu. Kaca jendela, barang pecah-belah akan pecah. Barang-barang kecil dan buku-buku jatuh dari tempatnya. Gambar-gambar jatuh dari dinding. Mebel-mebel bergerak dan berputar. Plesteran dinding yang lemah akan pecah atau retak.
- *Skala Richter 7* dapat dirasakan oleh supir yang sedang mengendarai kendaraan. Orang-orang yang berjalan kaki susah untuk berjalan dengan baik. Cerobong asap atau menara yang lemah akan runtuh. Terjadi pergeseran dan lekukan pada tumpukan pasir dan kerikil. Air jadi keruh dan saluran air rusak.
- *Skala Richter 8* pengemudi mobil terganggu. bangunan-bangunan yang kuat menderita kerusakan dan ada bagian-bagian yang runtuh. Terjadi kerusakan pada dinding yang dibuat tahan terhadap getaran-getaran horisontal. Beberapa bagian dari dinding runtuh. cerobong asap, menara, dan tangki air berputar atau jatuh. Cabang-cabang pohon patah dan tanah basah juga lereng-lereng yang curam terbelah.
- *Skala Richter 9* terjadi kepanikan umum. Bangunan-bangunan yang tidak kuat hancur dan mengalami kerusakan berat. terjadi kerusakan pada pondasi dan rangka-rangka rumah. Pipa-pipa di dalam tanah putus dan lumpur serta pasir keluar dari tanah.
- *Skala Richter 10* pada umumnya semua tembok dan rangka rumah rusak, bangunan kayu dan jembatan-jembatan yang kuat rusak, tanggul dan bendungan juga tambak

jebol, terjadi tanah longsor yang besar. Air kolam, danau dan sungai meluap. jalan-jalan dan rel kereta api bengkok.

- *Skala Richter 11* pipa-pipa di dalam tanah rusak total. Rel kereta api bengkok.
- *Skala Richter 12* Seluruh bangunan mengalami kehancuran. Batu-batu, barang-barang besar berpindah. Barang-barang terlempar ke udara.

Pengaruh radius gempa dengan skala richter :

- Skala richter 1 radius pengaruh gempa 25 km.
- Skala richter 2 radius pengaruh gempa 50 km.
- Skala richter 3 radius pengaruh gempa 100 km.
- Skala richter 4 radius pengaruh gempa 200 km.
- Skala richter 5 radius pengaruh gempa 400 km.
- Skala richter 6 radius pengaruh gempa 700 km.

5.1.4. Data Base Smithsonian

Pengukuran tinggi letusan (semburan asap/abu atau *plume*) gunung api menjadi penting sebagai salah satu ukuran untuk mengetahui tingkat letusan (*Volcanic Eruption Index* atau skala VEI). *Skala* VEI terbagi menjadi 8 level, yaitu level 0 – level 7, semakin tinggi tingkat letusan atau skala VEI, maka semakin tinggi semburan asap/abu (*plume*) yang terbentuk demikian juga volume material letusannya.

Perkembangan aktivitas gunung Sinabung dengan mengetahui tingkat letusan (*Volcanic Eruption Index* atau skala VEI) dapat dilihat dalam tabel 4.4 berikut.

Start Date	Stop Date	Eruption Certainty	VEI	Evidence	Activity Area or Unit
2013 Sep 15	2018 Jun 22	Confirmed	4	Historical Observations	
2010 Aug 27	2010 Sep 18 (?)	Confirmed	2	Historical Observations	
[1881]	[Unknown]	<i>Uncertain</i>			
0810 ± 70 years	Unknown	Confirmed		Radiocarbon (corrected)	SE flank

Tabel 5.4 Tingkat Letusan (Vulcanic Eruption Indeks atau skala VEI) Gunung Sinabung

Berikut tingkatan-tingkatan dalam Skala VEI (Volcanic Eruption Index)

i. Level 0 (Level Hawaiian)

Sebuah letusan Hawaiian adalah jenis letusan gunung berapi di mana lava dari lubang dalam ledakan lembut relatif, tingkat rendah, disebut demikian karena itu adalah karakteristik dari gunung berapi Hawaii. Biasanya mereka adalah letusan efusif, magma basaltik dengan viskositas rendah, kandungan gas rendah, dan suhu tinggi pada lubang angin. Dengan ejecta volume $< 10,000 \text{ m}^3$ dan plume $< 100 \text{ m}$.

ii. Level 1 (Level Strombolian)

Letusan strombolian relatif rendah tingkat letusan gunung berapi, dinamai setelah gunung berapi Stromboli Italia, di mana letusan tersebut terdiri dari pengusiran cinder pijar, lapili dan bom lava ke ketinggian puluhan hingga ratusan meter. Mereka kecil dan menengah dalam volume, dengan kekerasan sporadis. Dengan ejecta volume $> 10,000 \text{ m}^3$ dan plume $100 - 1000 \text{ m}$.

iii. Level 2 (Level Vulcanian)

Istilah ini pertama kali digunakan oleh Giuseppe Mercalli, menyaksikan 1888 - 1890 letusan di Pulau Vulcano. Deskripsi tentang gaya letusan sekarang digunakan di seluruh dunia untuk letusan ditandai oleh awan tebal abu - sarat gas yang meledak dari kawah dan naik tinggi di atas puncak. Ejecta volumenya $> 1,000,000 \text{ m}^3$ dan plume $1 - 5 \text{ km}$.

iv. Level 3 (Level Pelean)

Letusan Peléan adalah jenis letusan gunung berapi. Mereka dapat terjadi ketika magma kental, biasanya tipe rhyolitic atau andesit, terlibat, dan berbagi beberapa kesamaan dengan letusan Vulcanian. Karakteristik yang paling penting dari sebuah letusan Peléan adalah adanya longsoran bersinar abu vulkanik panas, aliran piroklastik. Pembentukan kubah lava adalah fitur lain yang khas. Arus pendek abu atau penciptaan kerucut batu apung dapat diamati juga. Dengan ejecta volume $> 10,000,000 \text{ m}^3$ dan plume $3 - 15 \text{ km}$.

v. Level 4

Level ini mirip dengan level 3 dan letusan level 5. Ejecta volumenya $> 0.1 \text{ km}^3$ dan plume $10 - 25 \text{ Km}$.

vi. Level 5 (Letusan Plinian)

Letusan Plinian, juga dikenal sebagai 'letusan Vesuvian', letusan gunung berapi yang ditandai oleh kesamaan mereka untuk letusan Gunung Vesuvius di AD 79 (seperti yang dijelaskan dalam surat yang ditulis oleh Plinius Muda, dan yang membunuh pamannya Pliny the Elder). Letusan Plinian yang ditandai dengan kolom gas dan abu vulkanik memperluas tinggi ke *stratosfer*, lapisan atmosfer tinggi. Karakteristik kunci pengusiran sejumlah besar

batu apung dan sangat kuat letusan ledakan gas terus menerus. Ejecta volumenya $> 1 \text{ km}^3$ dan plume 20 – 35 km.

vii. Level 6

Level ini berada seperti di antara Level 5 dan level 7. Dengan ejecta volume $> 10 \text{ km}^3$ dan plume $> 30 \text{ km}$.

viii. Level 7 (Level Ultra - Plinian)

Menurut Volcanic Explosivity Index Smithsonian Institution, sebuah VEI 6 sampai 7 diklasifikasikan sebagai "Ultra Plinian." Mereka didefinisikan oleh bulu abu lebih dari 25 km (16 mil) tinggi dan volume bahan meletus 10 km^3 (2 mil kubik) untuk 1.000 km^3 (200 cu mil) dalam ukuran.

ix. Level 8 (Level Supervolcanic)

Contoh gunung yang letusan skala terakhir dari supervolcano yellowstone, Creek Lava letusan yang terjadi hampir 640.000 tahun yang lalu, memuntahkan 240 kilometer kubik (1.000 km^3) dari batu dan debu ke langit.

5.1.5 Hasil Penelitian Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi

Hasil survei gaya berat memperlihatkan adanya zona anomali tinggi di sekitar Dolok Bahtopu yang diperkirakan berasosiasi dengan batuan berdensitas tinggi seperti lava atau batuan intrusi. Di sekitar mata air panas Tinggi Raja terdapat zona anomali rendah yang berasosiasi dengan zona rekahan. Hasil pemodelan 2-D AMT memperlihatkan adanya sebaran nilai tahanan jenis rendah pada kedalaman sekitar 100 m hingga kedalaman 600 m dengan pola memanjang dari baratdaya ke timurlaut. Nilai tahanan jenis rendah yang berada di bagian tengah sekitar manifestasi diinterpretasikan sebagai respon dari batuan ubahan yang diduga berperan sebagai batuan penudung. Di bagian bawah terdapat nilai tahanan jenis tinggi yang menunjukkan adanya batuan resistif berupa batu gamping dan/atau batuan intrusi. Di antara nilai tahanan jenis tinggi dan nilai tahanan jenis rendah (bagian tengah sekitar manifestasi) terdapat nilai tahanan jenis sedang yang diperkirakan sebagai respon dari zona reservoir. Puncak dari zona reservoir tersebut berada pada kedalaman sekitar 600 m.

Berdasarkan kompilasi terpadu data gaya berat dan AMT daerah prospek panas bumi diperkirakan berada pada zona anomali gaya berat residual rendah yang berasosiasi dengan zona rekahan dan zona nilai tahanan jenis AMT sedang yang berasosiasi dengan zona reservoir. Daerah prospek tersebut berada di sekitar manifestasi dan melebar ke arah baratlaut dan tenggara dengan luas sekitar 5 km^2 .

5.1.6 Perbedaan Dampak yang Ditimbulkan Akibat Gempa Vulkanik Gunung Sinabung dan Akibat Gempa Tektonik di Palu

Dampak yang ditimbulkan Akibat Gempa Vulkanik Gunung Sinabung

Pada kenyataannya setiap kejadian yang terjadi akan menimbulkan dampak positif dan dampak negatif, samahalnya ketika terjadi gempa vulkanik akibat gunung Sinabung pasti menimbulkan dampak seperti yang ada pada tabel 5.5.

No.	Dampak Positif	Dampak Negatif
1	Menyuburkan tanah :Abu vulkanik yang ditimbulkan oleh gunung Sinabung akan dapat menyuburkan tanah. Hal ini karena kandungan yang ada di dalam abu tersebut.	Menyebabkan kerusakan lingkungan :Akibat Gunung Sinabung meletus adalah terjadinya kerusakan lingkungan. Kerusakan lingkungan ini akan terjadi oleh material-material yang keluar dari gunung tersebut. Adapun contoh-contoh dari material yang keluar dari gunung antara lain adalah awan panas, lahar panas dan lahar dingin, bebatuan, pasir dan lain sebagainya.
2	Stok bahan bangunan melimpah :Ketika gunung Sinabung mengalami erupsi, maka saat itu juga di permukaan Bumi ini akan memiliki stok bahan bangunan yang melimpah, seperti batu-batuan dan juga pasir yang melimpah.	Pencemaran udara :Pencemaran udara adalah akibat yang pasti ditimbulkan dari erupsi gunung berapi. Gunung berapi banyak mengeluarkan debu-debu vulkanik yang akan mengotori udara di bumi. debu vulkanik mengandung banyak zat yang berbahaya, dengan demikian kita harus selalu menggunakan masker. Maka dari itulah mengapa ketika gunung api erupsi dan hujan abu sampai di sekitar tempat kita, kita harus selalu menggunakan masker.
3	Timbulnya mata pencaharian baru :Akan ada mata pencaharian yang baru setelah terjadinya erupsi gunung berapi. Apakah mata pencaharian tersebut? Mata pencaharian itu adalah penambang	Menimbulkan kerusakan bangunan :Gunung berapi ketika akan erupsi maka selalu menimbulkan gempa. Gempa yang demikian disebut sebagai gempa vulkanik. Gempa vulkanik dapat menyebabkan

pasir.		kerusakan pada bangunan, baik itu kerusakan ringan maupun kerusakan yang berat.
		Menimbulkan banyak penyakit :Akibat erupsi gunung berapi lainnya, khususnya gunung Sinabung adalah menimbulkan banyak penyakit. Beberapa penyakit yang timbul dari erupsi gunung berapi antara lain adalah gangguan pernapasan, diare, dan penyakit yang timbul di lingkungan pengungsian.
		Menyebabkan kebakaran hutan :Lahar panas yang keluar dari mulut gunung berapi akan menyebabkan kebakaran hutan secara alami.
		Melumpuhkan kegiatan perekonomian sementara :Bencana alam jenis apapun memang menimbulkan banyak dampak negatif. Salah satunya adalah melumpuhkan kegiatan perekonomian. Kegiatan perekonomian yang biasanya berjalan dengan lancar akan terganggu dalam kurun waktu sementara.

Dampak Akibat Gempa Tektonik di Palu

Sedangkan dampak yang ditimbulkan ketika terjadinya gempa Tektonik di Palu dapat dilihat pada tabel 5.6.

No	Dampak Positif	Dampak Negatif
		Data BNPB mencatat banyak kerusakan bangunan hingga fasilitas publik. Berikut data dan kerusakan di Palu dan

sekitarnya:

1. Berbagai bangunan, mulai rumah, pusat perbelanjaan, hotel, rumah sakit, dan bangunan lainnya ambruk sebagian atau seluruhnya. Diperkirakan puluhan hingga ratusan orang belum dievakuasi dari reruntuhan bangunan.
2. Pusat perbelanjaan atau mal terbesar di Kota Palu, Mal Tatura, ambruk.
3. Hotel Roa-Roa berlantai delapan yang berada di Jalan Pattimura, Kota Palu, rata dengan tanah. Dilaporkan, di hotel yang memiliki 80 kamar itu terdapat 76 kamar yang sedang terisi oleh tamu hotel yang menginap.
4. Arena Festival Pesona Palu Nomoni, puluhan hingga seratusan orang pengisi acara, sebagian merupakan para penari, belum diketahui nasibnya.
5. Rumah Sakit Anutapura yang berlantai empat, di Jalan Kangkung, Kamonji, Kota Palu, roboh.
6. Terjadi kerusakan di bangunan tower Bandara Mamuju, dan pergeseran tiang tower di Bandara Liwuk Bangai, namun masih berfungsi.
7. Sejumlah pelabuhan mengalami kerusakan. Pelabuhan Pantoloan, Kota Palu, rusak paling parah. Quay *crane* atau kran peti kemas yang biasanya digunakan untuk bongkar muat peti kemas roboh. Di Pelabuhan Wani, bangunan dan dermaga mengalami kerusakan. KM Sabuk Nusantara

		39 terhempas tsunami ke daratan sejauh 70 meter dari dermaga.
		<p>Jaringan "blackout", komunikasi terputus</p> <p>1. Jembatan Ponulele yang menghubungkan antara Donggala Barat dan Donggala Timur, roboh. Jembatan berwarna kuning yang menjadi ikon wisata Kota Palu roboh setelah diterjang gelombang tsunami.</p> <p>2. Jalur trans Palu-Poso-Makassar tertutup longsor.</p>
		<p>Listrik padam</p> <p>1. Tujuh gardu induk PLN padam usai gempa mengguncang Sulawesi Tengah, khususnya di Palu dan Donggala. Saat ini, baru dua gardu induk yang bisa dihidupkan kembali.</p> <p>2. Jaringan komunikasi di Donggala dan Palu terputus karena padamnya pasokan listrik PLN. Terdapat 276 base station yang tidak dapat digunakan.</p>
		Jumlah korban meninggal akibat gempa dan tsunami Palu, Sulawesi Tengah dan sekitarnya bertambah menjadi 2.113 orang, selain korban yang tidak diketahui.

DATA BALA ROA 03 NOVEMBER 2018

No.	Nama	Ketinggian (dpl)	Lintang	Bujur	Keterangan
1.	Depan Kantor Wali Kota	58	00.54.021	119.53.423	
2.	BR I	22	00.54.229	119.50.665	Tanah tidak kena + air dipermukaan

3.	BR II	27	00.54.221	119.50.541	Batas daerah ekuifasi
4.	BR III	25	00.54.216	119.50.555	Tanah prunas Bala Roa Ujung
5.	BR IV	23	00.54.346	119.50.631	Bala Roa pescara Kelapa Uluh
6.	BR V	23	00.54.335	119.50.691	Bala Roa Tengah
7.	BR VI	22	00.54.416	119.50.781	Daerah Worga
8.	BR VII	28	00.54.298	119.50.692	Mencari Korban Palas Rendah Dari atas, Dapat air
9.	BR VIII	27	00.54.104	119.50.125	
10.	BR IX	18	00.54.118	119.50.744	Sudut daerah
11.	BR X	49	00.54.519	119.50.356	Ujung bawah Ujung atas
12.	BR XI	44	00.54.521	119.50.393	Ujung atas kanan
13.	BR XII	45	00.54.495	119.50.361	Ujung atas kiri (Bagian bawah)
14.	BL XIII	51	00.54.490	119.50.356	(Bagian atas)
15.	BR XIV	44	00.54.423	119.50.366	(Bagian atas)
16.	BL XV	51	00.54.418	119.50.360	(Bagian bawah)
17.	BL XVI	40 35	00.54.490 00.54.455	119.50.386 119.50.448	Ujung tengah Plung lebah 30m
18.	BL XVII	41	00.54.475	119.50.423	Posisi pohon kelapa Bergeser
19.	BL XIII	36	00.54.542	119.50.496	Ujung atas dan bawah

DATA JONO OGE 04 NOVEMBER 2018

No.	Nama	Ketinggian (dpl)	Lintang	Bujur	Keterangan
1.	Titik A	72m	00.58.227	119.54.998	Jl. Poros Palolo
2.	Titik B	69	00.58.238	119.54.998	
3.	Titik C	67	00.58.911	119.55.048	Jembatan perbatasan Jono'oge
4.	Titik D	62	00.58.929	119.55.052	Bawah jembatan
5.	Titik E	60	00.58.959	119.55.060	Sungai kecil
6.	Titik F	61	00.59.010	119.55.074	Sawah terong, jagung
7.	Titik G	61	00.59.035	119.55.078	Gelombang tanah bawah
8.	Titik H	62	00.59.038	119.55.081	Gelombang tanah atas
9.	Titik I	59	00.59.084	119.55.080	Jalur air baru pertengahan, bekas jalan raya
10.	Titik J	59	00.59.150	119.55.173	Bawah rumah

11.	Titik K	61	00.59.149	119.55.175	Rumah
12.	Titik L	62	00.59.206	119.55.187	Dekat desa Jono'oge
13.	Titik M	63	00.59.249	119.55.209	Depan rumah terakhir terkena lumpur
14.	Titik N	62	00.59.260	119.55.210	Perbatasan desa Sidera (akhir lumpur)
15.	Titik O	60	00.59.180	119.55.182	Tanah terbalik

06 NOVEMBER 2018

16.	Mesjid	66	00.58.780	119.55.025	Mesjid Al.Muhasin (Oge) (terkena dampak gempa dibelakang)
17.	Ruko	70	00.58.749	119.55.032	Ruko 1 tingkat Jono'oge
18.	Titik A	81	00.58.607	119.55.502	Awal tanggul
19.	Titik B	79	00.58.668	119.55.472	Titik awal longsor tanah atas
20.	Titik C	76	00.58.674	119.55.472	Titik awal longsor tanah bawah
21.	Titik D	79	00.58.697	119.55.513	Titik 3 atas
22.	Titik E	76	00.58.697	119.55.508	Titik 4 atas
23.	Titik F	72	00.58.722	119.55.466	100m ujung atas
24.	Titik G	83	00.58.527	119.55.447	Jembatan pombewe karena gempa air dari saluran berpindah saluran baru
25.	Titik H	79	00.59.172	119.55.559	Titik 5 atas
26.	Titik I	76	00.59.173	119.55.557	Titik 5 bawah
27.	Titik J	78	00.59.141	119.55.518	Titik 6 atas
28.	Titik K	73	00.59.143	119.55.515	Titik 6 bawah
29.	Titik L	72	00.59.096	119.55.474	Titik 7
30.	Titik M	80	00.59.087	119.55.546	Titik 8 atas
31.	Titik N	78	00.59.088	119.55.543	Titik 8 bawah
32.	Titik O	77	00.59.214	119.55.604	Di titik ini terbentuk imigrasi baru ± 100m dari titik ini telah ditutup akibat gempa (berpindah)
33.	Titik P	53	00.59.401	119.54.622	Ujung 1 bawah Jono'oge
34.	Titik Q	51	00.59.323	119.54.539	Ujung 2 bawah Jono'oge
35.	Titik R	50	00.59.276	119.54.499	Ujung 3 bawah Jono'oge
36.	Titik S	56	00.59.413	119.54.603	SDN Impres 2 Langaleso
37.	Titik T	37	00.58.926	119.53.779	Ujung 4 lapangan Langaleso bawah
38.	Titik U	38	00.58.888	119.53.874	Ujung 5 jembatan Langaleso
39.	Titik V	38	00.58.878	119.53.900	Ujung 6 perkuburan umum Langaleso

DATA PETOBO 05 NOVEMBER 2018

No.	Nama	Ketinggian (dpl)	Lintang	Bujur	Keterangan
1.	Petobo Ping	85	00.56.237	119.55.311	Jembatan yang patah awal
2.	Patahan awal I	80	00.56.270	119.55.231	Patahan awal
3.	Sebelah patahan I	72	00.56.273	119.55.227	Dibawah patahan bawah I
4.	Sebelah patahan II	68	00.56.279	119.55.181	Patahan batuan bagian II
5.	Titik tinggi I	70	00.56.332	119.55.229	Likuifaksi (lumpur) bagian tinggi
6.	Titik rendah	68	00.56.334	119.55.220	Lumpur bagian rendah
7.	Titik pisang	71	00.56.236	119.55.224	Patah dekat pisang I (tanah

					diambil untuk sampel)
8.	Titik longsor bawah	70	00.56.223	119.55.243	Patahan bawah longsor awal (tanah diambil untuk sampel)
9.	Titik tinggi ujung bagian I	77	00.56.218	119.55.249	Tanah tinggi disawah (tanah diambil untuk sampel)
10.	Bagian II	72	00.56.173	119.55.208	Titik I
11.	Ujung atas	68	00.56.187	119.55.193	Titik II
12.	Saluran air	78	00.56.167	119.55.203	Titik ujung bagian kiri
13.	Saluran air	82	00.56.151	119.55.251	Bagian atas
14.	Petobo	76	00.56.190	119.55.263	Saluran air dengan alas tak bersemen
15.	Titik I	88	00.56.173	119.55.388	Titik lapangan sepak bola Petobo
16.	Titik II	87	00.56.201	119.55.398	Jalan raya (Jln. Taiapan Kanna) Petobo
17.	Ujung I	33	00.56.279	119.54.113	Titik awal masuk I
18.	Ujung II	39	00.56.330	119.54.106	Bagian kanan masuk II
19.	Ujung III	36	00.56.319	119.54.183	Bagian dekat gedung/depan
20.	Ujung IV	33	00.56.325	119.54.089	Bagian samping gedung
21.	Ujung V	39	00.56.360	119.54.141	Titik dekat mobil
22.	Ujung VI	35	00.56.265	119.54.177	Titik kaki dekat motor
23.	Ujung VII	41	00.56.279	119.54.180	Titik kaki pinggir lumpur
24.	Ujung VIII	43	00.56.279	119.54.240	Titik atas dekat rumah rubuh song merah
25.	Titik tugu	70	00.52.256	119.53.223	Tugu Jln. Soekarno-Hatta
26.	Jalan	67	00.52.203	119.53.234	Jalur 2 Soekarno-Hatta bagian kiri hutan
27.	Titik w	39	00.58.892	119.53.857	Berujung di jembatan Longe lesu
28.	Titik x	33	00.58.888	119.53.807	MTs Longa lesu

DATA DONGGALA 07 NOVEMBER 2018

No.	Nama	Ketinggian (dpl)	Lintang	Bujur	Keterangan
1.	Titik 1	10	00.10.351	119.49.284	Desa Lende. Kec. Ibu Kartini Sirenja pusat gempa umur 44
2.	Titik 2	12	00.10.368	119.49.269	Desa Londe
3.	Titik 3	13	00.10.409	119.49.258	Desa Londe
4.	Titik 4	13	00.10.442	119.49.239	Desa londe
5.	Titik 1	2	00.12.247	119.48.864	Desa tompe
6.	Titik 1	2	00.13.715	119.48.226	Tanjung padang
7.	Titik 2	0,9	00.13.759	119.48.205	Tanjung padang
8.	Titik 1	0,5	00.33.061	119.47.016	Desa enu pinggir tidak terkena pantai
9.	Titik 2	0,5	00.33.261	119.47.078	Pinggir pantai tsunami desa enu

DONGGALA MERUPAKAN PUSAT GEMPA MENURUT BMKG

DATA KAMPUS 08 NOVEMBER 2018

No.	Nama	Ketinggian (dpl)	Lintang	Bujur	Keterangan
1.	Pend Fisik	65	00.49.954	119.53.688	
		62	00.50.812	119.53.600	Dekanan UT
		90	00.50.121	119.53.910	Auditorium

DATA PANTAI TALISE 08 NOVEMBER 2018

No.	Nama	Ketinggian (dpl)	Lintang	Bujur	Keterangan
1.		1	00.52.543	119.52.326	Dekat SMK 7. ±50 air laut
2.		2	00.52.717	119.52.288	Daerah komodo 3 foto
3.	Tugu kuda	2	00.53.095	119.52.059	Jl.Raja Saleh ke arah pantai
4.	H. Palu kolding	2	00.53.074	119.52.090	Di depan hotel Palu Golden
5.	J. Kumis	1,5	00.3.125	119.51.595	Di samping jembatan kung ikon Palu
6.	3m dari laut	0,3	00.53.117	119.51.733	Dekat Jembatan, Tepat Didepan direktorat Lalu lintas
7.		1	00.52.1866	119.52.351	Didepan 14 ruko rusak
8.		1,5	00.51.974	119.52.502	Di depan bangunan yang baru siap (rusak)
9.		2	00.51.647	119.52.152	Didepan rumah yang tidak kena tsunami
10.	Kaki ujung	0,5	00.53.090	119.51.375	Ada 2 bangunan rusak, foto
11.		0,8	00.53.041	119.51.240	Mesjid diatas air turun juga
12.	Matahari	2,5	00.53.000	119.50.596	Bangi
13.		1	00.52.838	119.50.309	Ruku Kopitan
14.		1,5	00.53.029	119.50.901	Grand Duta Hotel (didepan)
15.		1,5	00.53.033	119.50.995	Depan Hotel Mercure

5.1.7 Data Peta dari Gunung Sinabung ke Tinggi Raja

Penelitian yang dilakukan yaitu dari gunung Sinabung ke Tinggi Raja, seperti yang terdapat pada gambar 5.2



Gambar 5.2. Peta Geologi Sinabung – Tinggi Raja

Pada gambar dijelaskan bahwa penelitian di gunung Sinabung – Tinggi Raja berada pada arah Barat ke Timur yang memiliki beberapa jenis batuan dan sesar.

Jenis Batuan yang terdapat, yaitu:

1. Qvsn, yaitu Lava andesit sampai dasit.
2. Qvbj, yaitu Satuan Binjai: Breksi aliran bersusunan andesit sampai dasit.
3. QTvk, yaitu Satuan Takur-takur: Andesit, Dasit dan piroklastika.
4. Qvt, yaitu Tufa Toba: Tufa riodasit, sebagian terlepas.

Jenis sesar yang terdapat antara gunung sinabung dan Tinggi Raja adalah jenis sesar tidak aktif (lokal), karena posisi sesar aktif yang terdapat di Pulau Sumatera jauh dari kawasan gunung Sinabung dan Tinggi Raja.

Adapun sesar tidak aktif yang terdapat antara gunung Sinabung dan Tinggi Raja adalah sebagai berikut:

1. Antara gunung Sinabung dengan gunung Sibayak, sesar melalui sekitar Kutagugung sampai Lingga.

2. Melalui Tongkoh menuju Tanjung Barus.
3. Melalui L.Dadape.
4. Melalui Ujung Meriah menuju gunung Sinembah.
5. Di Tinggi Raja.

Energi merupakan salah satu faktor pendukung perkembangan kemajuan suatu negara, bilamana suatu negara kekurangan energi maka akan memperlambat perkembangan kemajuan negara serta memperlambat laju mobilitas ekonomi dan menurunkan produksi industri. Salah satu energi yang sangat diperlukan adalah energi listrik. Kebutuhan energi listrik setiap tahun semakin meningkat, pada tahun 2014 di Indonesia mencapai 31.550,95 MW, sedangkan kebutuhan energi listrik yang dibutuhkan oleh Indonesia 50.000,00 MW. Daerah yang mengalami rasio elektrifikasi pasokan listrik yakni Propinsi Papua (36,41%), Nusa Tenggara Timur (54,77%), Nusa Tenggara Barat (64,43%), Kalimantan Tengah (66,21%), Gorontalo (67,81%), Sulawesi Barat (67,6%), Kepulauan Riau (69,66%) dan Sumatera Utara (89,6%), khususnya Sumatera Utara sejak tahun 2005, krisis listrik di Sumut tidak kunjung selesai. Saat ini kebutuhan listrik Sumut sebesar 1.700 MW(megawatt), sedangkan kekurangan pasokan sekitar 330 MW. Jumlah ini diluar cadangan daya yang dibutuhkan sebagai cara untuk mengantisipasi jika terjadi gangguan pembangkit (Budiyanti, 2014). Salah satu energi yang sangat berpotensi untuk dimanfaatkan adalah panas bumi (geothermal). Geothermal merupakan sumber daya panas alami, hasil interaksi antara panas yang dipancarkan batuan panas (magma) dan air tanah yang berada disekitarnya, dimana cairan yang terpanasi akan terperangkap di dalam batuan yang terletak didekat permukaan sehingga secara ekonomis dapat dimanfaatkan (Amstead, 1983). Potensi panas bumi di Indonesia sangat melimpah, karena terletak di zona tumbukan antara lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia, hingga saat ini telah teridentifikasi 265 daerah prospek panas bumi di Indonesia, 138 lokasi (52,07%) masih pada tahap penyelidikan tingkat spekulatif, 24 lokasi (9,05%) masih pada tahap penyelidikan tingkat hipotetis, 88 lokasi (33,21%) berpotensi sebagai cadangan panas bumi, 8 lokasi(3,01%) siap dikembangkan menjadi potensi panas bumi, 7 lokasi (2,64%) telah dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga panas bumi (badan geologi, 2009). Diperkirakan energi potensi panas bumi di Indonesia mencapai 27.500,00 MW, yakni sumber potensi tersebut berada di Sumatera, Jawa, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua. Sumatera Utara merupakan salah satu provinsi yang paling banyak memiliki potensi energi panas bumi yaitu 1.857,00 MW yang terdapat di enam kabupaten

yakni, Karo, Simalungun, Tapanuli Utara, Tapanuli Selatan, Padang Lawas dan Mandailing Natal (Gunawan, 2013). Menurut kementerian energi sumber daya mineral tahun 2011 bahwa Sumatera Utara tidak akan kekurangan sumber energi listrik jika potensi panas bumi dimanfaatkan secara maksimal. Energi panas bumi yang telah ada pengembangannya di Sumatera Utara yaitu panas bumi Sarulla (330 MW) dan Sibayak (120 MW), Dolok Marawa Kabupaten Simalungun dengan potensi cadangan terduga 38 MW. Panas bumi salah satu energi alternatif yang dapat diperbaharui (renewable). Untuk mengatasi krisis energi khususnya di Sumatera Utara yang salah satu provinsi memiliki potensi panas bumi, seharusnya pembangkit listrik tenaga panas bumi merupakan solusi alternatif untuk menyelesaikan masalah kekurangan energi tersebut, kelebihan energi panas bumi yaitu ramah lingkungan dan termasuk energi yang tidak dapat diekspor sehingga pasokan energi listrik di negara Indonesia terus terjaga hingga ratusan tahun. Eksplorasi panas bumi dapat diketahui dengan cara menentukan nilai resistivitas batuan dengan menggunakan beberapa metode yakni elektromagnetik, gravitasi, seismik, geomagnetik dan geolistrik. Dari beberapa metode dalam penentuan eksplorasi panas bumi banyak kelebihan jika menggunakan metode geomagnetik dan geolistrik. Metode geomagnet dilakukan berdasarkan pengukuran anomali geomagnet yang diakibatkan oleh perbedaan kontras susceptibilitas atau permeabilitas magnetik tubuh jebakan dari daerah sekelilingnya. Perbedaan permeabilitas relatif itu diakibatkan oleh perbedaan distribusi mineral ferromagnetic, paramagnetic dan diamagnetic. Metode geomagnet ini sensitif terhadap perubahan vertikal, umumnya digunakan untuk mempelajari tubuh intrusi, batuan dasar, urat hidrotermal yang kaya akan mineral ferromagnetic dan struktur geologi (Broto, 2011). Sangarimbun (2013), telah melakukan penelitian di area panas bumi Patuha menunjukkan adanya anomali magnetik berupa tufa dan terfa lapili, piroklatik andesit, breksi andesit dan basaltik andesit dengan variasi nilai susceptibilitas, k , dari -0,03 hingga 0,25 (dalam unit cgs). Anomali magnetik di sekitar manifestasi disebabkan oleh lapisan batuan permiabel. Lapisan ini diperkirakan sebagai reservoir yang diprediksi sebagai andesit yang lebih muda dan menjadi sumber energi panas bumi. Metode geolistrik (resistivity) adalah metode eksplorasi geofisika yang digunakan untuk eksplorasi bahan tambang, persediaan air dan panas bumi. Metode ini dirancang untuk memberikan informasi dari formasi batuan yang mempunyai anomali konduktivitas listrik. Metode resistivity dan magnetotelluric dapat digunakan untuk memetakan kecunggan sedimen pada tahap awal eksplorasi minyak bumi (Broto, 2011). Dalam eksplorasi panas bumi, metode geolistrik digunakan untuk mengetahui prospek daerah panas bumi, yakni mempelajari sifat aliran listrik pada batuan di bawah permukaan bumi. Prinsip dasarnya yaitu

dengan menginjeksikan arus ke bawah permukaan melalui dua elektroda arus, dan mengukur besar tegangan di antara dua elektroda potensial (Arnata, 2012). Berdasarkan penelitian Santi (2013) di daerah gunung Sibual-bual menunjukkan bahwa daerah panas bumi tersebut memiliki resistivitas yang bervariasi yaitu sekitar 1,27 – 13,8 Ωm . Lapisan yang mengandung panas bumi berada pada kedalaman 1,25 – 6,00 meter. terdapat lapisan yang memiliki nilai resistivitas < 14 Ωm , pada lapisan ini ditafsirkan sebagai lapisan tanah lanauan. Dari kedalaman 1,25 – 12,4 meter jenis tanah atau batumannya adalah tanah lanauan, tanah lempung, dan tanah lempung basah lembek. Dari penelitian sebelumnya metode yang efektif untuk mengetahui titik prospek panas bumi yaitu menggunakan metode geomagnet dan geolistrik. Salah satu daerah prospek panas bumi terdapat di kabupaten Simalungun, yang secara geografis terletak di 02036'15"-03018'06" LU dan 98032'06"-99034'28" BT.

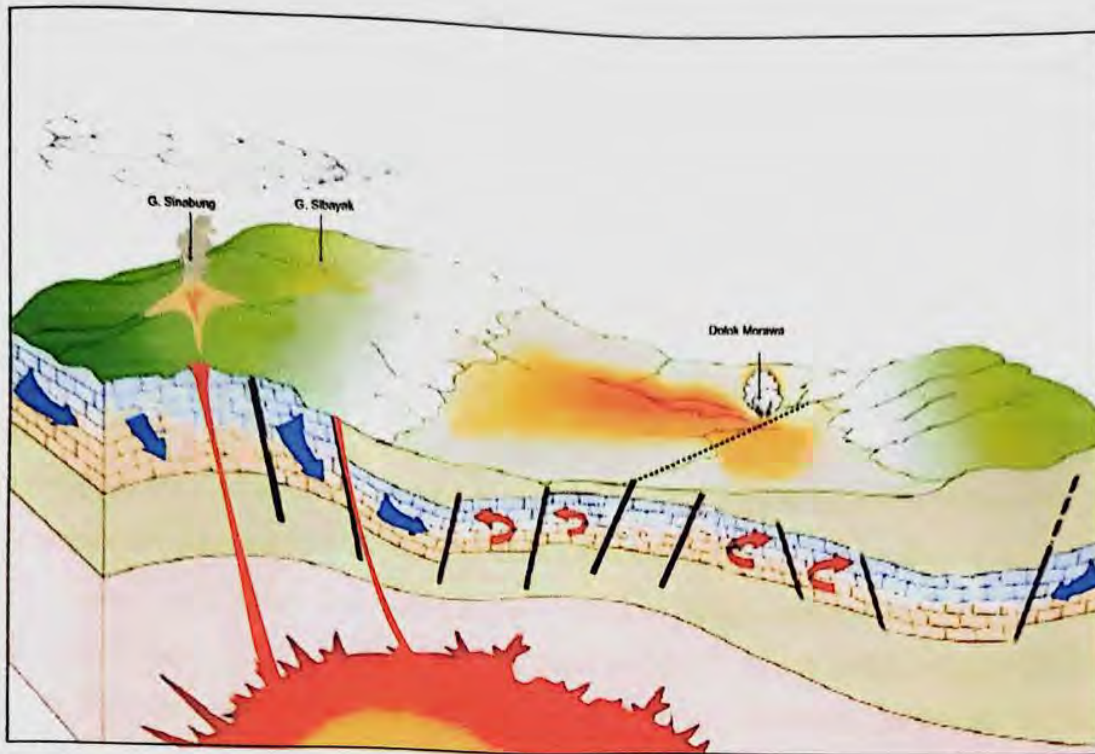
GEOLOGI

Adanya titik prospek panas bumi daerah Simalungun dikarenakan berada pada posisi silang kawasan palung pasifik barat, sehingga terdapat sumber energi panas kawah putih dan kawah biru, salah satu daerah yang berpotensi adanya geothermal tepatnya di desa Tinggi Raja kelurahan Dolok Morawa kecamatan Silau Kahean kabupaten Simalungun. Awaliyatun (2015) melakukan penelitian di desa Tinggi Raja yang mengidentifikasi titik panas bumi menggunakan metode geomagnetik. Diketahui bahwa adanya variasi kuat medan magnet disetiap titik dengan nilai intensitasnya. Dari hasil interpretasi kualitatif, nilai anomali magnetik berada pada -11,8533 nT sampai 34,6033 nT sedangkan hasil interpretasi kuantitatif pemodelan AA' menunjukkan adanya batuan sedimen dan kalsit, dengan nilai suseptibilitas -0,002; 0,006; 0.002; dan 0,015. Dari hasil penelitian Awaliyatun (2015) di desa Tinggi Raja menunjukkan potensi panas bumi menjadi energi listrik sangat besar. Berdasarkan hasil wawancara dari warga sekitar bahwa energi panas bumi hanya digunakan sebagai tempat kunjungan wisata. Dengan melihat potensi panas bumi di dusun Bahoan seharusnya potensi ini menjadi prospek besar pembangkit listrik tenaga panas bumi. Hal ini dinyatakan karena daerah sekitar kekurangan pasokan energi listrik, maka sumber energi panas bumi perlu untuk dikembangkan sebagai solusi alternatif penyelesaian masalah kekurangan energi. Dusun Bahoan merupakan salah satu daerah disekitar panas bumi yang tidak mendapatkan pasokan energi listrik. Sehingga perlu dilakukan penelitian sebagai bahan pertimbangan pemerintah untuk membuat pembangkit listrik tenaga panas bumi supaya dusun Bahoan tidak mengalami kekurangan energi dan dapat mengembangkan daerah di sekitar panas bumi yang berpengaruh pada kemajuan dibidang transportasi, komunikasi dan teknologi, dengan adanya pembangkit listrik disuatu daerah maka akan

mempercepat kemajuan pembangunan. Jikalau potensi ini tidak dikembangkan maka pasokan listrik akan selalu mengalami kekurangan dan daerah sekitar menjadi tertinggal dalam hal teknologi dan komunikasi.

Lingkungan geologi yang ada pada daerah Dolok Marawa memiliki sifat vulkanik dengan litologi yang tersebar adalah Batugamping Bahbotala (tertua), aliran dan jatuhan piroklastik produk letusan Toba, Lava Gunung Sipapagus, Lava Gunung Bahtopu, Travertin dan Aluvium. Pola struktur yang berkembang adalah kelurusan gunungapi, kerucut Gunung Dolok Bahtopu, Gunung Dolok Sipapagus, struktur sesar arah timurlaut - baratdaya, dan sesar arah baratlaut - tenggara.

Manifestasi air panas yang terdapat pada daerah Dolok Marawa memiliki karakteristik temperatur berkisar $37,4^{\circ}$ – $65,6^{\circ}$, dengan tipe air panas Klorida dan Bikarbonat. Perhitungan Geotermometer SiO_2 pada manifestasi menghasilkan perkiraan temperatur sebesar 121 – 128°C . Anomali tahanan jenis semu rendah <25 Ohm-m konsisten mengisi area sekitar mata airpanas Tinggi Raja dengan sebaran yang semakin meluas sampai $AB/2=800$ meter. Pada bentangan $AB/2=1000$ meter, anomali tahanan jenis rendah terbagi menjadi dua area. Kelompok pertama menempati bagian tengah (Dolok Tinggi Raja) dengan luas yang lebih kecil dan kelompok kedua berada di bagian timurlaut yang diperkirakan merupakan outflow dari Dolok Tinggi Raja. Nilai tahanan jenis rendah ini yang diperkirakan sebagai respon batuan teralterasi akibat adanya fluida panas dari sistem panas bumi di daerah ini.



Penampang lapangan panas bumi Dolok Morawa, Kabupaten Simalungun.

5.2 Pembahasan

Penelitian yang dilakukan pada 10 titik di panas bumi Tinggi Raja terdapat bahwa beberapa pada titik tersebut hanya sebagai bekas sumber keluarnya air panas bumi artinya tidak ada lagi air panas yang keluar dari beberapa sumber di titik penelitian yang dilakukan. Ada 3 titik saja yang masih mengeluarkan air panas yaitu di titik 1 (Kawah Putih), berada pada 47N 0476673 UTM 0348563, memiliki Suhu 65°C dan ketinggian 442 m serta pH 5,2. Titik 9 (dekat sungai), berada pada 47N 0476300 UTM 0347903, suhu $61-63^{\circ}\text{C}$ dan ketinggian 416 m, serta pH 5,8. Dan terdapat di titik 10 (dekat Sungai) yang berada pada 47N 0476300 UTM 0347903, dengan suhu $62-64^{\circ}\text{C}$ dan ketinggian 416 m serta pH 5,8. Selain dari ketiga titik tersebut semua titik yang menjadi titik penelitian sudah tidak mengeluarkan air panas lagi namun masih memiliki bekas tanda sumber air panas.

Penelitian yang dilakukan juga melakukan Survei ke Badan Pusat Vulkanologi yang ada di Bandung mendapat hasil yaitu gambar peta geologi gunung api Sinabung, Provinsi Sumatera Utara yang menjelaskan tentang sesar yang terdapat pada kawasan gunung Sinabung, jenis batuan yang terdapat pada gunung sinabung tersebut. Dapat dilihat bahwa

pada gambar 5.1 tersebut bahwa pada gunung sinabung terdapat beberapa sesar, seperti sesar mendatar, sesar normal dan banyak jenis batuan, seperti batuan sedimen, sekunder, piroklastik. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengolahan data dengan remote sensing karena data yang didapat dalam bentuk peta dari Badan Pusat Vulkanologi sudah memberikan informasi yang cukup jelas mengenai keberadaan sumber air panas Tinggi Raja dan Gunung Sinabung. Dengan demikian peta LST dan NDVI tidak diperlukan secara signifikan.

Berdasarkan data base Smithsonian didapat bahwa perkembangan aktivitas gunung Sinabung dengan mengetahui tingkat letusan (*Volcanic Eruption Index* atau skala VEI) terjadi tingkat atau level 4 pada tanggal 15 september 2013 sampai 22 juni 2018 dan level 2 pada tanggal 27 Agustus 2010 sampai 18 September 2010. Dimana berdasarkan keterangan tentang skala VEI disebutkan bahwa pada level 4 mirip dengan level 3 (Letusan Peléan adalah jenis letusan gunung berapi. Keadaan dapat terjadi ketika magma kental, biasanya tipe rhyolitic atau andesit, terlibat, dan berbagi beberapa kesamaan dengan letusan Vulcanian. Karakteristik yang paling penting dari sebuah letusan Peléan adalah adanya longsoran bersinar abu vulkanik panas, aliran piroklastik. Pembentukan kubah lava adalah fitur lain yang khas. Arus pendek abu atau penciptaan kerucut batu apung dapat diamati juga. dengan ejecta volume $> 10,000,000 \text{ m}^3$ dan plume 3 – 15 km) dan letusan level 5 (Letusan Plinian, juga dikenal sebagai 'letusan Vesuvian', letusan gunung berapi yang ditandai oleh kesamaan mereka untuk letusan Gunung Vesuvius di AD 79 (seperti yang dijelaskan dalam surat yang ditulis oleh Plinius Muda, dan yang membunuh pamannya Pliny the Elder). Letusan Plinian yang ditandai dengan kolom gas dan abu vulkanik memperluas tinggi ke *stratosfer*, lapisan atmosfer tinggi. Karakteristik kunci pengusiran sejumlah besar batu apung dan sangat kuat letusan ledakan gas terus menerus. Ejecta volumenya $> 1 \text{ km}^3$ dan plume 20 – 35 km) dengan Ejecta volumenya $> 0.1 \text{ km}^3$ dan plume 10 - 25 Km.

Sedangkan level 2 (Level Vulcanian) Istilah yang pertama kali digunakan oleh Giuseppe Mercalli, menyaksikan 1888 - 1890 letusan di Pulau Vulcano. Deskripsi tentang gaya letusan sekarang digunakan di seluruh dunia untuk letusan ditandai oleh awan tebal abu - sarat gas yang meledak dari kawah dan naik tinggi di atas puncak. Ejecta volumenya $> 1,000,000 \text{ m}^3$ dan plume 1 - 5 km.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di panas bumi Tinggi Raja oleh kementerian energi dan sumber daya mineral badan geologi bahwa hasil survei gaya berat memperlihatkan adanya zona anomali tinggi di sekitar Dolok Bahtopu yang diperkirakan berasosiasi dengan batuan berdensitas tinggi seperti lava atau batuan intrusi. Di sekitar mata air panas Tinggi

Raja terdapat zona anomali rendah yang berasosiasi dengan zona rekahan. Hasil pemodelan 2-D AMT memperlihatkan adanya sebaran nilai tahanan jenis rendah pada kedalaman sekitar 100 m hingga kedalaman 600 m dengan pola memanjang dari baratdaya ke timurlaut. Nilai tahanan jenis rendah yang berada di bagian tengah sekitar manifestasi diinterpretasikan sebagai respon dari batuan ubahan yang diduga berperan sebagai batuan penudung. Di bagian bawah terdapat nilai tahanan jenis tinggi yang menunjukkan adanya batuan resistif berupa batu gamping dan/atau batuan intrusi.

Penelitian yang dilakukan yaitu dari gunung Sinabung ke Tinggi Raja berdasarkan pengamatan peta geologi didapat bahwa disekitar kawasan antara gunung Sinabung dan Tinggi Raja tidak terdapat sesar aktif karena posisi gunung Sinabung dan Tinggi Raja berada jauh dari kawasan sesar aktif yang ada di sesar Sumatera. Pada kawasan antara gunung Sinabung dan Tinggi Raja hanya terdapat sesar yang tidak aktif yaitu antara gunung Sinabung dengan gunung Sibayak, sesar melalui sekitar Kutagugung sampai Lingga, Melalui Tongkoh menuju Tanjung Barus, Melalui L.Dadape, Melalui Ujung Meriah menuju gunung Sinembah dan pada Tinggi Raja tersebut. dan memiliki beberapa jenis batuan seperti batuan Qvsn, yaitu Lava andesit sampai dasit, Qvbj, yaitu Satuan Binjai: Breksi aliran bersusunan andesit sampai dasit, QTvk, yaitu Satuan Takur-takur: Andesit, Dasit dan piroklastika dan Qvt, yaitu Tufa Toba: Tufa riodasit, sebagian terlepas.

Berdasarkan pembahasan diatas, jarak dan jenis serta kekuatan gempa Sinabung tidak memberikan petunjuk adanya hubungan antara meletusnya gunung Sinabung dengan perpindahan sumber air panas di Tinggi Raja. Dengan berdiskusi dengan tenaga ahli geologi dan telah bertahun-tahun mengamati sumber air panas Tinggi Raja (Bapak Dr.Ir. Igan S. Sutanwidjaya, M.Sc. dari Badan Geologi Bandung) memberikan gambaran bahwa sumber air panas berpindah atau bergeser disebabkan tersumbatnya aliran air panas ke permukaan. Ketersumbatan ini terjadi karena endapan air panas (travertin) bukan karena sesar yang bergeser tetapi saluran keluar tersumbat pada bidang sesar. Hal ini terjadi karena pemanasan terus berlangsung menghasilkan uap air tekanan tinggi dan akan menerobos ke zona yang lemah disekitar bidang sesar dan muncullah seolah-olah sumber air panas baru.

GEOMORFOLOGI

Morfologi yang terbentuk di daerah Dolok Marawa cukup kompleks. Morfologi perbukitan terjal dan bergelombang hampir melingkupi 70 % daerah ini. Hanya sekitar 10-15 % morfologi berbentuk pedataran dan sisanya perbukitan bergelombang lemah. Batuan yang menyusun daerah ini adalah satuan Batugamping Bahbotala sebagai batuan tertua dan kemungkinan yang mendasari daerah ini. Satuan batuan lainnya didominasi oleh batuan

vulkanik seperti aliran dan jatuhan piroklastik produk letusan Toba, Lava Gunung Sipapagus, Lava Gunung Bahtopu dan sedimen seperti Travertin dan Aluvium. Struktur geologi yang berkembang di daerah ini berupa kelurusan gunungapi, kerucut Gunung Dolok Bahtopu, Gunung Dolok Sipapagus, struktur sesar arah timurlaut - baratdaya, dan sesar arah baratlaut - tenggara. 2. Manifestasi panas bumi di daerah ini berupa sumber mata air panas, dan kolam-kolam yang muncul di beberapa lokasi serta menyebar di sekitar perbukitan Tinggi Raja pada batuan tufa Toba. Di sekeliling manifestasi terdapat endapan padat travertin yang membentang cukup luas.

Selanjutnya pada daerah vent tidak aktif terdapat bekas-bekas rekahan dan bekas vent yang telah mengalami rekristalisasi. Travertin rekristalisasi ini memiliki komposisi mineralogi travertin berupa kalsit sekunder. Kehadiran kalsit sekunder dipengaruhi oleh air meteorik. Air meteorik yang masuk melalui pori batuan melarutkan mineral yang dilewatinya dan mengendapkan pada bagian pori (Moore dan Mackenzie, 1990 dan Boogs, 2009). Hal tersebut terlihat dari stuktur yang dihasilkan yaitu struktur blocky dan coarse grain (Boogs, 2009).

Tipe Travertin Menurut Pentecost (2005), tipe travertin dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan sumber pembawa gas CO₂. Tipe meteogen yaitu travertin yang CO₂-nya berasal dari atmosfer dan tumbuhan yang ada di sekitarnya. Sementara untuk tipe termogen, CO₂ berasal dari panas yang terdapat pada kerak atau di bawah kerak bumi. Kedua tipe travertin ini dapat dibedakan secara cepat di lapangan dengan mengetahui temperatur mata air panas di sekitar travertin. Suhu untuk tipe termogen lebih tinggi dibandingkan tipe meteogen yaitu diatas 37°C.

Tipe travertin termogen dan meteogen dapat dibedakan secara merinci berdasarkan data laboratorium. Data laboratorium yang digunakan adalah data geokimia air dan yaitu dari kandungan Ca dan HCO₃⁻ dan data isoptop air. Dilakukan perbandingan nilai kandungan unsur geokimia air pada daerah Dolok Tinggi Raja dengan parameter pembeda travertin.

Dapat dilihat travertin di Dolok Tinggi Raja termasuk tipe termogen. Hal ini didukung dengan temperatur air panas yang bernilai 60-63°C. Travertin tipe termogen pada daerah ini menunjukkan bahwa sumber CO₂ yang membentuk travertin Dolok Tinggi Raja berasal dari panas yang terdapat pada bagian kerak bumi. Asal panas yang menghasilkan CO₂ dapat dibagi menjadi 3 sumber yaitu dari magma, proses dekarbonisasi, atau dari material organik (Pentecost, 2005). Travertin tersebut endapannya sering menutup lobang pengeluaran air panas, sehingga pemunculan mataair panas selalu berpindah-pindah.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Adapun Kesimpulan yang di dapat dari penelitian ini adalah bahwa berpindahnya sumber air panas yang ada di Tinggi Raja tidak ada pengaruh dari gunung Sinabung tetapi karena adanya ketersumbatan dipermukaan sumber air panas. Akibat pemanasan fluida air yang cukup tinggi terus menerus sehingga menimbulkan penggumpalan air panas (travertin) di saluran keluarnya air panas tersebut pada bidang sesar. Akibat timbunan travertin akan menutup aliran air panas dipermukaan sehingga air panas yang dengan tekanan yang lebih tinggi mencari saluran keluaran baru seolah-olah menimbulkan sumber air panas baru atau berpindahnya sumber air panas dipermukaan..

6.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk lebih mengetahui penggumpalan air panas (travertin) di saluran keluarnya air panas tersebut dengan metode yang lebih mendapatkan hasil yang akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, N, dkk., 1972; Gejala mataair panas di Dolok Marawa, Ka. Simalungun, Sumut. Proceeding pemaparan hasil-hasil kegiatan lapangan dan non lapangan tahun 2006, pusat sumber daya geologi
- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Karo (Bappeda), (2012), *Kabupaten Karo dalam Angka*, BPS Kabupaten Karo, Kabupaten Karo.
<https://www.bps.go.id/index.php/masterMenu/view/id/1>
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), (2016), *Profil Pembangunan Sumatera Utara*, BAPPENAS, Jakarta.
<http://simreg.bappenas.go.id/view/profil/clickD.php?id=2>
- Bemmelen, van R.W., 1949; *The Geology of Indonesia*. Vol.I A.732 p. Government Printing Office. The Hague. Netherlands.
- Breiner.S. 1973, *Application Manual for Portable Magnetometers*.
- Cameron., dkk., 1982; Peta Geologi lembar Medan, Sumatra. Publikasi P3G Bandung.
- Cindy, R.,(2016). *Pemanfaatan Citra Landsat Untuk Mitigasi daerah Gunung Sinabung*, FMIPA Unimed, Medan.
- Fournier, R.O., 1981. *Application of Water Geochemistry Geothermal Exploration and Reservoir Engineering*, "Geothermal System: Principles and Case Histories". John Willey & Sons. New York.
- Giggenbach, W.F., 1980, *Geothermal gas equilibria*, *Geochimica et cosmochimica Acta*, Vol 44, pp 2021-2032
- Giggenbach,W.F, and Goguel, 1988, *Methods for tthe collection and analysis of geothermal and volcanic water and gas samples*, *Petone New Zealand*.
- Giggenbach, W., Gonviantini, R., and Panichi,C., 1983, *Geothermal Systems*, "Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology", Technical Reports Series No. 91. International Atomic Energy Agency.
- Kasbani, (2010), *Tipe System Panas Bumi di Indonesia dan Estimasi Potensi Energinya*, Kelompok Program Penelitian Panas Bumi, PMG-Badan Geologi, Bandung.
- Kemal, B.M., *La Marge active au Nord Ouest de Sumatra. Mécanisme géodynamique de transfert liés à la subduction oblique*. Thèse de l'Université Paris 6. Paris. 1993.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Geologi, (2015), *Pusat Sumber Daya Geologi*, Bandung.
- Mahon K., Ellis, A.J., 1977. *Chemistry and Geothermal System*. Academic Press Inc. Orlando.

- Monroe, J.S.,(2006). *The changing earth, exploring geology and evolution*. Michigan University, halaman 375
- Muhammad A.Thoha.Hrp.,(2017). Pemanfaatan Citra Satelit Landsat Untuk Mitigasi Bencana Alam Daerah Gunung Sinabung, FMIPA Unimed, Medan
- Naibaho,E.,(2011), Menentukan Resistivitas dan Pola penyebaran Fluida Geothermal dengan Z Menggunakan Metode Geolistrik Daerah Panas Bumi Rianiate Kecamatan Pangururan, Skripsi FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan.
- Newcomb, K.R. and McCann. Seismic history and seismotectonics of the Sunda Arc. JGR,92, B1: 421-439.1987.
- Sadisun, A. Imam. 2008. Pemahaman Karakteristik Bnecana : Aspek Fundamental dalam Upaya Mitigasi dan Penanganan Tanggap Darurat Bencana. Paper Gladien Panji Bencana Vol. 12 No. 1. Bandung : Pusat Mitigasi Bencana ITB
- Santoso , D.,(2012), *Vulkanologi Dan Ekspolarasi Geothermal*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Smithsonian Institution National Museum of Natural History Global Volcanism Program (diakses tangga 14/12/2018).
- Telford and Sheriff, 1990, Applied Geophysics, Cambridge University.
- Tolman, C.F.,(1937). *Grounwater*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Van-Bemmelen, R.W., The Geology of Indonesia. Government Printing Office, The Hague, 732, 1949.
- Vienna Kooten, V, and Gerald, K., 1987, Geothermal Exploration Using Surface Mercury Geochemistry, Journal of volcanology and Geothermal Research , 31, 269-280.
- Wohletz, K., and Heiken, G., 1992, Volcanology and Geothermal Energy, The Regents of The University of California., Printed in The United States of America.
- Zen Jr., MT, Déformation de l'avant-arc en réponse à une subduction à convergence oblique. Exemple du Sumatra. Thèse de l'Université Paris 7. Paris. 1992
- <https://sewu.wordpress.com/2009/10/19/daftar-intensitas-gempa-pada-skala-richter-dan-tingkat-kerusakannya/> (diakses pada 14/12/2018).

Lampiran 1.

1. JUSTIFIKASI ANGGARAN PENELITIAN

1.1 Honorarium

Honor	Honor / Jam (RP)	Waktu (Jam/Minggu)	Minggu	Honor/Tahun (RP)
Petugas Lapanagan I	12000	10	36	4.320.000
Petugas Lapanagan II	8000	10	36	2.880.000
Petugas Lapanagan III	8000	10	36	2.880.000
Pengolah Data	5000	10	36	1.800.000
Sub Total (RP)				11.880.000

1.2 Bahan Habis Pakai Dan Peralatan

No	Nama Barang	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
1.	Kertas Hvs 80 Gram	2 Rim	45.000	90.000
2.	Tinta Printer Toner Hp78a	3 Buah	150.000	450.000
4.	Copy & Penjilidan Guide Arcgis 10, ENVI 4.7	1 Buah	125.000	125.000
5.	Flash Disk 4 Gb	2 Buah	50.000	100.000
7.	Sarana Komunikasi Pulsa Handphone	12 Bulan	100.000	1.200.000
8.	Pembuatan perangkat pembelaran Fisbum	12 Bulan	200.000	2.400.000
9.	USB Hub	2 Buah	65.000	130.000
10.	Order Plastik Folio	5 Buah	20.000	100.000
12.	Sewa GPS	10 Hari	100.000	1.000.000
13.	Sewa Kamera DSLR	10 Hari	150.000	1.500.000
14	Biaya tak Terduga	-	520.000	520.000
Sub Total (RP)				7.620.000

1.3 .Perjalanan

Perjalanan	Justifikasi Perjalanan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)
Medan –Sinabung (pp)	Izin Lokasi	1x1 orang	500.000
Medan –Tinggi Raja (pp)	Izin Lokasi	1x1 orang	500.000
Medan –Sinabung (pp) Rental 1 mobil	Pengambilan data lapangan lokasi penelitian	5 hari x 8 orang	4.000.000
Medan–Tinggi Raja (pp) Rental 1 mobil	Pengambilan data lapangan lokasi penelitian	5 hari x 8 orang	4.000.000
Sub Total (Rp)			9.000.000

1.4 Lain –lain (publikasi ,seminar,laporan dan lainnya)

Uraian	Justifikasi	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)
Seminar	Seminar Hasil	1 kegiatan	1.500.000
Publikasi Ilmiah Jurnal Internasional (Bereputasi)	Penulisan Hasil Penelitian	1 judul	5.000.000
Proceeding Berindeks Scopus	Seminar Internasional	Pemakalah	5.000.000
Sub Total (Rp)			11.500.000
Total Biaya Keseluruhan Yang diperlukan (RP)			40.000.000

Lampiran. 2

Lampiran Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pembagian Tugas

No	Nama	NIDN	Alokasi Waktu (Jam / Minggu)	Job Desk
1	Drs. Togi Tampubolon,M.Si.,Ph.D	0001056111	10 jam	Ketua Peneliti
2	Dr. Rita Juliani,M.Si	0015076905	5 jam	Anggota Peneliti 1
3	Drs. Juniar Hutahean,M.Si	0006036504	5 jam	Anggota Peneliti 2

No	Nama	Deskripsi Tugas	Job Desk
1	Drs. Togi Tampubolon,M.Si.,Ph.D	<ul style="list-style-type: none">- Mempersiapkan semua kebutuhan penelitian- Mengkoordinir tim dalam pelaksanaan penelitian- Menyusun rancangan dan hasil akhir luaran penelitian- Menyusun laporan- Memimpin survei lapangan- Membuat Jurnal dan mempublikasi- Pemakalah dalam Conferencee International- Mengatur penggunaan dana penelitian	Ketua Peneliti
2	Dr. Rita Juliani,M.Si	<ul style="list-style-type: none">- Membantu ketua tim dalam pelaksanaan penelitian- Menyusun pedoman wawancara- Melakukan analisis data- Membantu Ketua Membuat laporan dan makalah	Anggota Peneliti 1
3	Drs. Juniar Hutahean,M.Si	<ul style="list-style-type: none">- Membantu ketua tim dalam pelaksanaan penelitian- Mengumpulkan data- Menyusun laporan bersama tim- Membantu Ketua Membuat laporan dan makalah	Anggota Peneliti 2

Lampiran 3.

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (Dengan Gelar)	Drs. Togi Tampubolon, M.Si.,Ph.D
2	Jenis Kelamin	Laki-laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP	19610501 198703 1 003
5	NIDN	0001056111
6	Tempat Dan Tanggal Lahir	Pangururan, 01 Mei 1961
7	E-mail	topartam@gmail.com
8	Alamat Rumah	Jl. Taud/Sukaria 69A Medan
9	Nomor Telepon/Hp	085361705878
10	Alamat Kantor	Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan
11	Nomor Telepon/Faks	(061) 663327
12	Lulusan Yana Telah Dihasilkan	S1 = 40 orang; S2 = -, S3 = -
13	Mata Kuliah Yang Diampu	<ol style="list-style-type: none">1. Fisika Umum I2. Fisika Umum II3. Elektrodinamika4. Bahasa Inggris Fisika5. Microteaching6. System Informasi geografis7. Metode Gravitasi8. Pend. Fisika Bumi

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Medan	UGM YOGYAKARTA	USM MALAYSIA
Bidang Ilmu	Fisika	Fisika	Geofisika
Tahun Masuk-Lulus	1981-1986	1991-1995	2008-sekarang
Judul Skripsi/Thesis/ Disertasi	Perbedaan Hasil Belajar Gelombang Elektromagnetik Antara Metode Ceramah, Tanya Jawab, Tugas Kelompok Di SMU YP HKBP Pematang Siantar	Spektroskopi Optogalvanik Menggunakan Laser CO ₂	An Analysis Of Environmental Change In Medan And Its Coastal Area Using Remote Sensing Techniques
Nama Pembimbing/ Promotor	Prof. Yunus Alim, M.Sc	Prof. Dr. Karyono, M.S	Prof. Kinuddin Abdullah, Phd

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jlh (Rp)
1.	2008	Meningkatkan Hasil Belajar Elektrodinamika Dengan Metode Gal'perin Bagi Mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA UNIMED	Dana PO UNIMED	
2.	2010	Penerapan Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Pada Matakuliah Fisika Umum di FMIPA UNIMED	Hibah Pengajaran	

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Pada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1.	2006-2013	Kepala ruang dan pengawasan pada tes ujian masuk perguruan tinggi negeri (UMPTN)		
2.	2010	Pengawas SLMPTN 2010		
3.	2010	Pengawas SNMPTN 2010		
4.	2011	Ketua KPPS pada pemilu Walikota 2011		
5.	2011	Pengawas SLMPTN 2011		
6.	2013	Ketua KPPS pada pemilu gubernur 2013		

E. Pengalaman penulisan artikel ilmiah dalam jurnal dalam 5 tahun terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume / No/ Tahun
1	Pengaruh Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pokok Listrik Dinamis Di Kelas X Semester II SMA Negeri Medan TP. 2012/2013	INPAFI Vol. 1 No. 3 Oktober 2013	Vol 1 /3 / 2013
2	Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil Siswa Kelas X MAS Ibadurrahman Stabat T.P2013/2014	Jurnal MIPA UNIMED	Vol.1/1/ Feb 2013
3	Pengaruh Model Pembelajaran Berdasarkan Masalah Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pokok Listrik Dinamis Kelas X SMA RK Deli Murni Deli Tua T.P 2013/2014	Jurnal MIPA UNIMED	Vol. 1 / 2015

4	Environmental Change Analysis in Nias Island Using Remote Sensing Technique	International Journal of Computer Science and Technology (IJCST)	Vol.8 / 2017 Issue 2 (April-Juni 2017)
5	Identification of Environmental Changes With NDVI and LST parameters in Pakpak Bharat Regency By Using Remote Sensing Technique	International Journal of Engineering and Science (IJES)	Vol. 6 Issue 10 Oktober 2017
6	Geothermal Fluid Determination and Geothermal Stones Mineral Identification at Geothermal Area Tinggi Raja Simalugun, North Sumatera, Indonesia Using 2d Resistivity Imaging	Journal of Environmental and Earth Science	Vol.6 / 6 / 2016 Second Author
7	Identification Of Susurface Area In Tiggi Raja Simalungun District By Using Geomagnetic Method	American Journal of Engineering Research (AJER)	Vol.7 Issue 4 April 2018
8	Subsurface Structure Determination of Geothermal Area in Siogung-Ogung Samosir District by Using Magnetic Method	Journal of Physics : Conference Series	Series 970 (2018) 012002 Second Author
9	Identification Of Magnetic Anomalies In Subsurface Area Of Sinabung Mountain	Jurnal UNPAD	2017
10	Comparasion of Pixel and Object Based Approach Using Landsat Data for Land Use and Land Cover Calssification in Coastal Zone of Medan, Sumatera	International Journal of Tomography & Simulation (IJTS)	Vol. 24 Issue 3 2013

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (Oral Presentation) Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan/ Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Map ASIA 2010 Kuala Lumpur	Aplication of Object Based Approach Using ASTER Data of Landusean Landcover Classification in Coastal Zone of Medan, Indonesia	26 – 28 Juli 2010 Kuala Lumpur
2	Badan Kerja Sama Perguruan Tinggi Negeri Wilayah Barat (BKS PTN-B)	Identifikasi dan Hubungan Indeks Vegetasi dan Suhu Permukaan Menggunakan Citra Satelit di Wilayah Pesisir Langkat, Sumatera Utara	12 Mei 2012 Indonesia
3	Medan Institute of Technology	Land Use Land Cover Classification Using Satellite	23 Juni 2013 Medan

		Image in Coastal Area of Medan for Disaster Mitigation Purposes	
4	Bangkok, Thailand	Improving Student Learning Outcomes Physics Fluid Mechanics Nd-2010 Problem Solving Method	15 – 17 November 2012 Bangkok Thailand
5	IRESGISWS- DLUCD ITB Bandung	Identification Of Land Degradation In Coastal Zone Based Multitemporal Landsat Imagery	29 November 2012 Bandung
6	Padjadjaran Internatiol Physics AIP Conference Proceedings (SCOPUS), Jatinangor	Spectral Characteristics of Land Cover Based on Spectrometer Cropsan MSR 16 R (Study Case in Medan – Indonesia)	7 – 9 Mei 2013, Jatinangor
7	Seminar Internasional Fisika Universitas Negeri Medan	Spectral Characteristics of Land Cover Based on Spectrometer Cropsan MSR 16 R (Study Case)	Desember 2014 Medan
8	Semirata Universitas Tanjung Pura	Aplikasi Citra Satelit Landsat 8 Oli Untuk Mengidentifikasi Lahan Krtitis Di Kanupaten Pakpak Barat	Mei 2015 , Tanjung Pura
9	SPEKTRA Universitas Negeri Jakarta	Aplikasi Pemanfaatan Citra Satelit Landsat Untuk Mengidentifikasi Perubahan Lahan Kritis di Kotan Medan dan Sekitarnya	Oktober 2015, Jakarta
10	ISEDm Institut Teknologi BandungAIP Conference Proceedings (SCOPUS)	Satelite Landsat For Eruption Of Mt.Sinabung	Oktober 2016 , Bandung
11	2nd Padjadjaran International Physics Symposium 2015 AIP Conference Proceedings (SCOPUS)	The Identification of Geothermal With Georaphic Information System and Remote Sensing In District of Dolok Morawa	September 2016, Jatinangor
12	PROCEEDING SNITI 2015	Pemanfaatan Citra Satelit Landsat Untuk Mengidentifikasi Perubahan Suhu dan Vegetasi di Kabupaten Samosir	September 2015, Samosir
13	International Symposium On Earth – Hazard and Disaster Mitigation (ISEDm) ITB (SCOPUS)	Natur Disarter Mtigation of Sinabung Mountaz in By Using Landsat Satelite Image	November 2017, Bandung
14	AIP Conference Proceedings (SCOPUS)	Remote Sensing for Disaster Mitigation of Sinabung	2016, Bandung

G. Karya Buku Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Elektrodinamika	2010 – 2015	-	Kalangan Sendiri
2	Fisika umum I	2010 – 2013	-	Kalangan sendiri
3	Fisika umum II	2010 – 2013	-	Kalangan sendiri
4	Fisika matematika II	2010 – 2012	-	Kalangan sendiri
5	Sistem Informasi Geografi	2014-2018	-	Kalangan sendiri

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam melakukan Penelitian.

Medan, Januari 2019
Yang Menyatakan

Drs.Togi Tampubolon,M.Si.,Ph.D
NIP. 19611051987031003

A. Identitas Diri

1.	Nama Lengkap	Dr. Rita Juliani, M.Si
2.	Jenis Kelamin	Perempuan
3.	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala
4.	NIP	19690715 199702 2 001
5.	NIDN	0015076905
6.	Tempat, Tanggal Lahir	Medan, 15 Juli 1969
7.	E-mail	julianiunimed@gmail.com
8.	Nomor Telepon/ HP	081396014353
9.	Alamat Kantor	Jl. Williem Iskanadar Pasar V Medan Estate
10.	Nomor Telepon/Faks	061-6625970
11.	Lulusan Yang Telah Dihasilkan	S1 = 5 orang/tahun
12.	Mata Kuliah yang Diampuh	Pengukuran dan Alat Ukur Fisika
		Praktikum Pengukuran dan Alat Ukur Fisika
		Rangkaian Listrik
		Praktikum Rangkaian Listrik
		Geologi Fisik
		Fisika Batuan
		Pengelolaan Laboratorium

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	USU	UGM	USU
Bidang Ilmu	Fisika	Fisika	Fisika
Tahun Masuk-Lulus	1989-1995	1999-2002	2011-2015
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Akuisis Data Electronic Speckle Pattern Interferometry (ESPI) Untuk Analisa Frinji	Pengaruh Parameter Reservoir Terhadap Kecepatan Gelombang P	Karakter Kawasan Karst di Desa Sulkam Kabupaten Langkat

Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. Suprapedi, M.Eng. (LIPI Serpong) Dr. Sanichiro Yoshida (Jepang-LIPI Serpong) Drs. Sudjono, M.S (USU)	Dr. Supradjitno Munadi, APU (LEMIGAS Jakarta) Dr. H. Kirbani Sri Brotopuspito (UGM)	Prof. Dr. Timbangan Sembiring, M.Sc (USU) Dr.Mester Sitepu, M.Sc (USU) Prof. Drs.Motlan, M.Sc.Ph.D (UNIMED)
------------------------------	--	---	---

C. Penelitian dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1	2009	Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa Fisika Melalui Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Dengan Sistem Blok Pada Mata Kuliah Elektrodinamika	PHK A2	10.000.000
2	2010	Analisis metode Quantum Teaching ditinjau dari hasil belajar Pengukuran dan Alat Ukur Fisika Mahasiswa Semester I Kelas Paralel T.A 2010 – 2011 Jurusan Fisika FMIPA Unimed	Teaching Grant, Lemlit Unimed	10.000.000
3	2011	Pola Penentuan Parameter Kerusakan Terumbu Karang di Daerah Sibolga	Reseach Grant, Lemlit Unimed	10.000.000
4	2012	Rancang Bangun Akuarium Terumbu Karang Berbasis Multi Sensor	Reseach Grant, Lemlit Unimed	8.000.000
5	2015	Analisa Sifat Fisis Batu Gamping di Desa Sulkam Kabupaten langkat	Hibah Disertasi Doktor	47.500.000
6	2016	Pola Pencemaran Logam Berat Pada Kerang Di Pesisir Pantai Tapanuli Tengah Dengan Model Hidrodinamika.	Hibah Bersaing	50.000.000

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1	2009	Akademisi Magang Guru SD/SMP/SMA/SMK Untuk Memenuhi Standar Kompetensi Program Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kota Tanjung Balai di UNIMED	LPM - Unimed	
2	2009	Bahan Bimbingan Teknik dan Strategi menghadapi Ujian Nasional bagi pelajar SMP/MTs di Aula Kantor Desa Suka Makmur	LPM - Unimed	
3	2010	Pelatihan Pra Olimpiade Sains Propinsi Sumatera Utara HOTEL	Dinas Pendidikan	

		SHOECHI MEDAN	Sumatera Utara	
4	2011	Pra Olimpiade Sains Tingkat SMA/MA dan SMP/MTS di Pesantren Modern Dolok Hole, Kabupaten Tapanuli Selatan	LPM - Unimed	
5	2011	Pembuatan dan Pemasaran KIT Praktikum Fisika Untuk SMP-SMA di Kota Medan dan Sekitarnya	Dana PO DIPA PNBPN Unimed	20.000.000
6	2012	Olimpiade Fisika Tingkat SMA-MA Se-Sumatera Utara	PO MIPA - Unimed	
7	2012	IbM Pengolahan Sampah Organik Rumah Tangga	Hibah Dikti LPM	35.000.000
8	2014	IbM Ikan Hias Untuk Desa Sekip	Hibah Dikti LPM	35.000.000

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel	Volume	Nama Jurnal
1	Pendayagunaan Limbah Kulit Ubi Kayu Dalam Upaya Meminimalisir Pencemaran Lingkungan	15 No. 57 tahun XV Sep 2009	Pengabdian Pada Masyarakat
2	Usaha Produksi Pembuatan Abon Belut Sebagai Alternatif Pengganti Daging Yang Bermilai Gizi Tinggi	16 No. 59 tahun XVI 2010	Pengabdian Pada Masyarakat
3	Penerapan Strategi Genius Learning terhadap Hasil belajar Fisika Siswa Kelas IX SMP N. 2 Hamparan Perak pada Materi Pokok Listrik Statis	3 No. 1 Juni 2011	Inovasi Pembelajaran Fisika
4	Pola Penentuan Parameter Kerusakan Terumbu Karang di Daerah Sibolga	11 No. 1 Maret 2011	Saintika
5	Rancang Bangun Akuarium Terumbu Karang Berbasis Multi Sensor	12 No. 1 Maret 2012	Saintika
6	Pola Penyebaran Emisi Gas dari limbah Industri di Kota Medan dengan Menggunakan Model Estimasi Dispersi Atmosferis	ISBN-978-602-9115-21-5	Prosiding Bidang Fisika SEMIRATA 2012
7	Penerapan Metode Quantum Teaching Pada Mata Kuliah Pengukuran dan Alat Ukur Fisika Mahasiswa Semester I Jurusan Fisika FMIPA UNIMED	1 No. 1 Juni 2012	Jurnal On-Line Pendidikan Fisika

8	Identifikasi Pencemaran Air Tanah di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Marelan dengan Menggunakan metode Geolistrik Resistivitas	Vol. 5 No. 2 September Tahun 2012	Jurnal Generasi Kampus
9	Penerapan Strategi Genius Learning Untuk Meningkatkan Kualitas Hasil Belajar Mata Kuliah rangkaian Listrik	1 No. 1 Februari 2013	INPAFI
10	Analisa Air dan Pola Penyebaran Resistivitas Batuan Bawah Permukaan di Daerah Panas Bumi Sibual-Buali Tapanuli Selatan	1 No. 2 Nopember 2013	Einstein
11	Identifikasi Batu Gamping dari Sulkam Menggunakan Difraksi Sinar X (XRD)	ISBN-979-458-746-X	Prosiding Nasional Kimia 2014
12	Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Menentukan Keberadaan Batugamping di Daerah Kejaren Dusun I Sulkam Kabupaten Langkat	ISBN-979-458-757-5 Hal. 16-20	Proceding SNITI 2014
13	Identifikasi Batugamping Bawah Permukaan dan Uji Mekanik di Daerah Pamah Paku Kutambaru Kabupaten Langkat	ISBN-979-458-757-5 Hal. 21-25	Proceding SNITI 2014
14	Ikan Hias untuk Desa Sekip Lubuk Pakam	Vol.20 No. 77 Tahun XX September 2014	Pengabdian Pada Masyarakat
15	Morphological Analysis and Content Elements of Limestone from Village Sulkam Langkat Using Scanning Electron Microscope (SEM)	ISBN 978-602-9115-37-6 Hal. 228 - 238	Proceeding First Annual International Seminar on Trends in Science and Science Education 2014
16	Mapping for Groundwater Potential Based on Resistivity Data Interpretation in Pamah Paku Kutambaru Langkat	ISBN 978-602-9115-37-6 Hal. 201 - 209	Proceeding First Annual International Seminar on Trends in

	Regency		Science and Science Education 2014
17	Lithology of Ketuken Watershed in Langkat	ISBN 978-602-9115-37-6 Hal. 210-217	Proceeding First Annual International Seminar on Trends in Science and Science Education 2014
18	Geophysical Study for Discovering The Missing of Lau Ketuken from The Surface at Sulkam Village	ISSN 2307-4531 <i>(2015) Volume 22, No 1, pp 360-366</i>	International Journal of Sciences: Basic and Applied Research (IJSBAR) 2015
19	Penggunaan Geolistrik Resistiviti Untuk Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Batuan Antara Lau Ketuken Dan Lau Bekerah Di Desa Sulkam Kabupaten Langkat	ISBN 978-602-74043-0-4 Hal. 213-220	Prosiding Bidang Fisika Seminar Dan Rapat Tahunan (Semirata) Bidang Ilmu Mipa 2015 BKS PTN Barat
20	Studi Analisis Air dan Sedimen Dasar di Areal Ash Batubara Tapanuli Tengah	ISBN : 978-602-71798-1-3 Hal. 1167	Prosiding Bidang Fisika Seminar Dan Rapat Tahunan (Semirata) Bidang Ilmu Mipa 2016 BKS PTN Barat
21	Studi Sifat Mekanik Mortar Batu Gampig Daerah Canggap Kerabangen Kabupaten Langkat	ISBN : 978-602-71798-1-3 Hal. 1198	Prosiding Bidang Fisika Seminar Dan Rapat Tahunan (Semirata) Bidang Ilmu Mipa 2016 BKS PTN Barat

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar	Peranan Lahan Gambut Dalam Menjaga Iklim Global, International Seminar of Global Warming Effect	2009 PUSDIP KLH Unimed-IGI SUMUT Collaborative with Yayasan Gajah Sumatera, 2009
2	Seminar	Pelestarian Lingkungan Dalam Upaya Mengurangi Pemanasan Global	2009 PUSDIP KLH Unimed
3	Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN B Tahun 2012	Pola Penyebaran Emisi dari Limbah Industri di Kota Medan dengan Menggunakan Model Estimasi Dispersi Atmosferis	2012 FMIPA Unimed-Madani Hotel Medan
4	Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN B Tahun 2012	Pola Penentuan Parameter Kerusakan Terumbu Karang di Daerah Sibolga	2012 FMIPA Unimed-Madani Hotel Medan
5	Seminar Nasional Kimia 2014	Identifikasi Batu Gamping dari Sulkam Menggunakan Difraksi Sinar X (XRD)	2014 Program Kimia Pascasarjana USU-20 Mei Madani Hotel Medan
6	Seminar Nasional Inovasi dan Teknologi Informasi SNITI 2014	Identifikasi Batugamping Bawah Permukaan dan Uji Mekanik di Daerah Pamah Paku Kutambaru Kabupaten Langkat	2014 SNITI 10-11 Oktober Hotel Dumasari Tuk-Tuk Siadong Kabupaten Samosir
7	First Annual International Seminar on Trends in Science and Science Education 2014	Morphological Analysis and Content Elements of Limestone from Village Sulkam Langkat Using Scanning Electron Microscope (SEM)	2014 Garuda Plaza Hotel Medan
8	Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN B Tahun 2015	Penggunaan Geolistrik Resistiviti Untuk Identifikasi Struktur Bawah Permukaan Batuan Antara Lau Ketuken Dan Lau Bekerah Di Desa Sulkam Kabupaten Langkat	2015 Pontianak
9	Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN B Tahun 2016	Studi Sifat Mekanik Mortar Batu Gamping Daerah Cangap Kerabangen Kabupaten Langkat	2016 Palembang

10	Seminar dan Rapat Tahunan BKS-PTN B Tahun 2017	Pola Parameter Fisika Dan Kimia Air Daerah Aliran Sungai di Kabupaten Tapanuli Tengah	2017 Jambi
----	--	---	------------

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam melakukan Penelitian.

Medan, Januari 2019
Pengusul

Dr. Rita Juliani, M.Si
NIP. 19690715 199702 2 001

Biodata Anggota

A. Identitas Diri

1	Nama lengkap (dengan gelar)	Drs. Juniar Hutahaean, M.Si
2	Jabatan Fungsional	Lektor
3	Pangkat/Golongan-Ruang	Penata / III-c tmt 1 Oktober 2015
4	NIP	1965030619991031002
5	NIDN	0006036504
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Toba Rajahombang, 06 Maret 1965
7	Alamat Rumah	Jl. Flamboyan II, Blok 16 No. 166 Helvetia Kel. Helvetia Tengah Kec. Medan Helvetia, Medan 20124
8	Nomor Telepon/HP	081362092205
9	Alamat Kantor	Jl. Willem Iskandar Pasar V Medan
10	Nomor Telepon/Fax	(061) 6613365 / (061)6614002
11	Alamat e-mail	junhut@gmail.com
12	Lulusan yang Telah Dihilangkan	S1 = 150 orang
13	Mata Kuliah yang Diampu	1. Dasar Mekanika dan Kalor 2. Dasar Gelombang, Listrik, dan Magnet 3. Visualisasi Fisika 4. Explorasi Panas Bumi 5. Algoritma dan Pemrograman Komputer 6. Praktikum Algoritma dan Pemrograman Komputer 7. Pendahuluan Fisika Bumi 8. Fisika Bumi 9. Media Pendidikan Sains

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama Perguruan Tinggi	IKIP Medan	ITB Bandung	
Bidang Ilmu	Pendidikan Fisika	Fisika Bumi	
Tahun Masuk-Lulus	1985-1990	1993-1998	
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Suatu Studi tentang Hubungan Antara Motivasi dengan Prestasi Hasil Belajar Siswa Kelas II A1 SMA Se-Kotamadya Pematangsiantar pada Mata Pelajaran Fisika Semester III Tahun Ajaran	Inversi 1-D Data Magnetotellurik yang Bebas Distorsi.	

	S-1	S-2	S-3
	1989/1990.		
Nama Pembimbing/Promotor	Drs. H. Tampubolon	Doddy Sutarno, Ph.D	

**C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir
(Bukan Skripsi, Thesis, dan Disertasi)**

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jlh (Rp)
1	2015	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Guided Inquiry</i> dan Pemahaman Konsep Awal terhadap Hasil Belajar Siswa	Dana Mandiri Surat Perjanjian No. 243A/UN33.8/KU2015 Tgl : 01 Oktober 2015	20 juta
2.	2016	Pengembangan Model Praktikum Rangkaian Listrik Berbasis Masalah Terhadap Keterampilan <i>Scientifik Inquiry</i> Mahasiswa Pada Materi Arus Bolak Balik	Hibah Bersaing tahun kedua	70 juta
3	2017	Pengembangan Model Praktikum Rangkaian Listrik Berbasis Masalah Terhadap Keterampilan <i>Scientifik Inquiry</i> Mahasiswa Pada Materi Arus Bolak Balik	Hibah Bersaing tahun ketiga	70 juta
4	2017	Perancangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Animasi Komputer pada Mata Kuliah Fisika Sekolah Materi Dinamika Gerak	Unimed	7,5 juta

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian pada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Rp)
1	2011	Pra Olimpiade Sains Tingkat SMA/MA dan SMP/MTS di Pesantren Modern Darul Mursyid Sipirok Dolok Hole	Kerjasama LPM Unimed dengan Pesantren Darul Mursyid Sipirok Dolok Hole	4 juta
2	2011	Instruktur Pembekalan Siswa Peserta Olimpiade Kebumihan Sumatera Utara	Kerjasama LPM Unimed dengan Dinas Pendidikan Propinsi Sumatera Utara	4 juta

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor/ Tahun	Nama Jurnal
1	Pemodelan Ke Depan 1-D Data Magnetotellurik (MT) yang Bebas Distorsi (Ketua)	Vol 1 No. 2 Nopember 2013	Einstein Prodi Fisika
2	Pengaruh Penggunaan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe STAD Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Cahaya di Kelas VIII SMP Negeri 10 Medan (Anggota)	Vol 2 No. 3 Agustus 2014	Inpafi Prodi Pendidikan Fisika
3.	Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe NHT dengan Menggunakan Media Mind Mapping Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI Semester II pada Materi Fluida Statis di SMA Negeri 10 Medan TP 2013/2014 (Ketua)	Vol 2 No. 3 Nopember 2014	Inpafi Prodi Pendidikan Fisika
4	Subsurface Structure Determination of Geothermal Area in Siogung-ogung Samosir District by Using Magnetic Method (Anggota).	Vol. 970 No.1 2018	Journal of Physics
	Identification of Environmental Ghanges with NDVI and LST Parameters in Pakpak Bharat Regency by Using Remote Sensing Technique (Anggota).	Vol.6 No 10 2017	IJES

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan/ Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Seminar Nasional SNITI	Pengembangan Media Pembelajaran Menggunakan Microsoft Excel Berbasis Makro	tgl 18 Mei 2016 Samosir
2	Seminar Internasional AISTEEL	The Development of Electric Circuit Lab Based on Problem-Based Learning Model To Scientific Inquiry Skills Of The Students In Alternating Current Topic	tgl. 19 Sept. 2016 Pascasarjana Unimed

G. Pengalaman Penulisan Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Penuntun Praktikum Fisika Modern	2013	84	FMIPA
2.	Algoritma dan Pemrograman Komputer	2014	111	Unimed
3.	Rangkaian Listrik:Teori dan Praktek	2017	115	Unimed

H. Pengalaman Perolehan HKI Dalam 5 – 10 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor/Tahun	Nama Jurnal
-	-	-	-

J. Penghargaan yang Pernah Diraih dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	-	-	-

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidak-sesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam melakukan Penelitian.

Medan, Januari 2019
Yang menyatakan,

Drs. Juniar Hutahaean, M.Si
NIP. 196503061991031002

Lampiran 4.



**KEMENTERIAN RISET , TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN**

Jl. Willem Iskandar Psr V-Kotak Pos No.1598 Medan 20221

Telp.(061) 6625970,6618754 Fax (061)614002-613319

Laman <http://www.unimed.ac.id>

SURAT PERNYATAAN KETUA PENYUSUL

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Drs. Togi Tampubolon,M.Si.,Ph.D
NIDN : 0001056111
Pangkat / Golongan : Pembina/IVa
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

Dengan ini menyatakan bahwa proposal saya dengan judul :

“Dampak Meletusnya Gunung Sinabung Terhadap Sumber Air Panas Di Tinggi Raja Kabupaten Simalungun” yang di usulkan dalam skema penelitian Kelompok Dosen Bidang Keahlian untuk tahun anggaran 2018 bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga / sumber dana lain.

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan di peroses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penugasan yang diterima ke Kas Negara.

Demikian pernyataan ini dibuat sesungguhnya dan sebenar – benarnya .

Mengetahui
Ketua Lembaga Penelitian

Medan , Januari 2019
Ketua Peneliti

Prof . Drs. Motlan,M.Sc.,Ph.D
NIP.195908051986011001

Drs. Togi Tampubolon,M.Si.,Ph.D
196105011987031003



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
LEMBAGA PENELITIAN

Jalan Willem Iskandar Psr.V - Kotak Pos No.1589 - Medan 20221
Telepon (061) 6613365; Fax.(061) 6613319-6614002
email : unimedlemlit@gmail.com

Nomor : 433 /UN.33.8/LL/2018
Lamp. : --
Hal : Surat Izin Penelitian

Medan, 25 Oktober 2018

Kepada Yth. : Otoritas Penanganan Gempa
Di
Palu.

Dengan hormat, kami mohon bantuan Saudara untuk memberi izin penelitian yang dilaksanakan :

Nama Ketua : **Drs. Togi Tampubolon, MSi.,Ph.D**
NIP : 196105011987031003
Pangkat/Golongan : IV-a
Pekerjaan : Dosen FMIPA Universitas Negeri Medan

Judul Penelitian : Dampak Meletusnya Gunung Sinabung

Masa Penelitian : 03 s/d 08 November 2018
Sumber Dana : DIPA Unimed

Lokasi Penelitian : Palu

Demikian hal ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terimakasih.



Prof. Drs. Mbdan, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195908051986011001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
LEMBAGA PENELITIAN

Jalan Willem Iskandar Par.V - Kotak Pos No.1589 - Medan 20221
Telepon (061) 6613365; Fax.(061) 6613319-6614002
email : unimedlemlit@gmail.com

**KONTRAK PENELITIAN
KDBK
Tahun Anggaran 2018
Nomor: 282/UN33.8/PL/2018**

Pada hari ini, **Senin** tanggal **Dua Puluh Tiga** bulan **Juli** tahun **Dua Ribu Delapan Belas**, kami yang bertandatangan di bawah ini :

- 1. Prof. Drs. Motlan, M.Sc, Ph.D.** : Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Universitas Negeri Medan, yang berkedudukan di Jl. Willem Iskandar Psr V Medan Estate, untuk selanjutnya disebut **Pihak Pertama**.
- 2. Drs. Togi Tampubolon, M.Si.,Ph.D** : Dosen FMIPA Universitas Negeri Medan, dalam hal ini bertindak sebagai pengusul dan Ketua Pelaksana Penelitian Tahun Anggaran 2018 untuk selanjutnya disebut **Pihak Kedua**.

Pihak Pertama dan **Pihak Kedua**, secara bersama-sama sepakat mengikatkan diri dalam suatu Kontrak Penelitian KDBK Tahun Anggaran 2018 dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut:

**Pasal 1
Ruang Lingkup Kontrak**

Pihak Pertama memberi pekerjaan kepada **Pihak Kedua** dan **Pihak Kedua** menerima pekerjaan tersebut dari **Pihak Pertama**, untuk melaksanakan dan menyelesaikan penelitian KDBK Tahun Anggaran 2018 dengan judul "Dampak Meletusnya Gunung Sinabung Terhadap Sumber Air Panas Di Tinggi Raja Kabupaten Simalungun".

**Pasal 2
Dana Penelitian**

- (1) Besarnya dana untuk melaksanakan penelitian dengan judul sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 adalah sebesar Rp 22000000,- (Dua puluh dua juta rupiah).
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibebankan pada Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Medan, Nomor SP DIPA-000574/UN33/KU/2018, tanggal 22 Maret 2018.

Pasal 3
Tata Cara Pembayaran Dana Penelitian

- (1) **Pihak Pertama** akan membayarkan Dana Penelitian kepada **Pihak Kedua** secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut:
- a. Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total dana penelitian yaitu $70\% \times \text{Rp } 22000000,- = \text{Rp } 15400000,-$ (Lima belas juta empat ratus ribu rupiah), yang akan dibayarkan oleh **Pihak Pertama** kepada **Pihak Kedua** setelah **Para Pihak** membuat dan melengkapi rancangan pelaksanaan penelitian yang memuat judul penelitian, pendekatan dan metode penelitian yang digunakan, data yang akan diperoleh, anggaran yang akan digunakan, dan tujuan penelitian berupa luaran yang akan dicapai.
 - b. Pembayaran Tahap Kedua sebesar 30% dari total dana penelitian yaitu $30\% \times \text{Rp } 22000000,- = \text{Rp } 6600000,-$ (Enam juta enam ratus ribu rupiah), dibayarkan oleh **Pihak Pertama** kepada **Pihak Kedua** setelah **Pihak Kedua** menyampaikan Laporan Kemajuan berupa Produk/Bahan Ajar/Media/Draf Artikel/dll kepada **Pihak Pertama**.
- (2) Dana Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) akan disalurkan oleh **Pihak Pertama** kepada **Pihak Kedua** ke rekening sebagai berikut:

Nama	: Drs. Togi Tampubolon, M.Si., Ph.D
Nomor Rekening	: 0201606127
Nama Bank	: BNI

- (3) **Pihak Pertama** tidak bertanggung jawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **Pihak Kedua** dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

Pasal 4
Jangka Waktu

Jangka waktu pelaksanaan penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 sampai selesai 100%, adalah dihitung sejak **Tanggal 30 Juli 2018** dan berakhir pada **Tanggal 30 Nopember 2018**

Pasal 5
Target Luaran

- (1) **Pihak Kedua** berkewajiban dapat mencapai target luaran wajib penelitian berupa produk yang dimanfaatkan untuk PBM antara lain Mata Kuliah dengan Blended Learning/Bahan ajar terintegrasi HOTS dan berbasis digital/media/dll.
- (2) **Pihak Kedua** diharapkan untuk mencapai target luaran tambahan penelitian berupa artikel yang dipublikasikan pada jurnal Internasional Bereputasi dan Seminar Internasional Terindeks.
- (3) **Pihak Kedua** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan pencapaian target luaran sebagaimana dimaksud pada ayat (1) kepada **Pihak Pertama**.

Pasal 6
Hak dan Kewajiban Para Pihak

- (1) Hak dan Kewajiban **Pihak Pertama**:
- a. **Pihak Pertama** berhak untuk mendapatkan dari **Pihak Kedua** luaran penelitian sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5;

- b. **Pihak Pertama** berkewajiban untuk memberikan dana penelitian kepada **Pihak Kedua** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) dan dengan tata cara pembayaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3.
- (2) Hak dan Kewajiban **Pihak Kedua**:
- Pihak Kedua** berhak menerima dana penelitian dari **Pihak Pertama** dengan jumlah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1);
 - Pihak Kedua** berkewajiban menyerahkan kepada **Pihak Pertama** luaran penelitian KDBK dengan judul "Dampak Meletusnya Gunung Sinabung Terhadap Sumber Air Panas Di Tinggi Raja Kabupaten Simalungun" dan catatan harian pelaksanaan penelitian;
 - Pihak Kedua** berkewajiban untuk bertanggungjawab dalam penggunaan dana penelitian yang diterimanya sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui;
 - Pihak Kedua** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **Pihak Pertama** laporan penggunaan dana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7.

Pasal 7 **Laporan Pelaksanaan Penelitian**

- (1) **Pihak Kedua** berkewajiban untuk menyampaikan kepada **Pihak Pertama** berupa laporan kemajuan dan laporan akhir mengenai luaran penelitian dan rekapitulasi penggunaan anggaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **Pihak Pertama** yang tersusun secara sistematis sesuai pedoman yang ditentukan oleh **Pihak Pertama**.
- (2) **Pihak Kedua** berkewajiban menyerahkan *hardcopy* Laporan Kemajuan dan Rekapitulasi Penggunaan Anggaran 70% kepada **Pihak Pertama**, paling lambat **22 Oktober 2018**.
- (3) **Pihak Kedua** berkewajiban menyampaikan Laporan Akhir dan draft artikel ilmiah, kepada **Pihak Pertama** paling lambat tanggal **26 Nopember 2018**.
- (4) Laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (1) harus memenuhi ketentuan sesuai buku pedoman.

Dibiayai oleh:
Universitas Negeri Medan
Sesuai Kontrak Nomor:
282/UN33.8/PL/2018

Pasal 8 **Monitoring dan Evaluasi**

Pihak Pertama dalam rangka pengawasan akan melakukan Monitoring dan Evaluasi internal terhadap kemajuan pelaksanaan Penelitian Tahun Anggaran 2018.

Pasal 9 **Penilaian Luaran**

Penilaian luaran penelitian dilakukan oleh Komite Penilai/*Reviewer* dan Luaran sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Pasal 10 **Perubahan Susunan Tim Pelaksana dan Substansi Pelaksanaan**

Perubahan terhadap susunan tim pelaksana dan substansi pelaksanaan Penelitian ini dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan.

Pasal 11
Penggantian Ketua Pelaksana

- (1) Apabila **Pihak Kedua** selaku ketua pelaksana tidak dapat melaksanakan Penelitian ini, maka **Pihak Kedua** wajib mengusulkan pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim kepada **Pihak Pertama**.
- (2) Apabila **Pihak Kedua** tidak dapat melaksanakan tugas dan tidak ada pengganti ketua sebagaimana dimaksud pada ayat(1), maka **Pihak Kedua** harus mengembalikan dana penelitian kepada **Pihak Pertama** yang selanjutnya disetor ke Kas Negara.
- (3) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (2) disimpan oleh **Pihak Pertama**.

Pasal 12
Sanksi

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Penelitian ini telah berakhir, namun **Pihak Kedua** belum memberikan luaran penelitian, terlambat mengirim laporan Kemajuan, dan/atau terlambat mengirim laporan akhir, maka **Pihak Kedua** dikenakan sanksi administratif berupa penghentian pembayaran dana 30% dan tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu dua tahun berturut-turut.
- (2) Apabila **Pihak Kedua** tidak dapat mencapai target luaran sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5, maka kekurangan capaian target luaran tersebut akan dicatat sebagai hutang **Pihak Kedua** kepada **Pihak Pertama** yang apabila tidak dapat dilunasi oleh **Pihak Pertama**, akan berdampak pada kesempatan **Pihak Kedua** untuk mendapatkan pendanaan penelitian atau hibah lainnya yang dikelola oleh **Pihak Pertama**.

Pasal 13
Pembatalan Perjanjian

- (1) Apabila dikemudian hari terhadap judul penelitian KDBK sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dengan Penelitian lain dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran, i'tikad tidak baik, dan/atau perbuatan yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah dari atau dilakukan oleh **Pihak Kedua**, maka perjanjian Penelitian ini dinyatakan batal dan **Pihak Kedua** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterima kepada **Pihak Pertama** yang selanjutnya akan disetor ke Kas Negara.
- (2) Bukti setor sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disimpan oleh **Pihak Pertama**.

Pasal 14
Pajak-Pajak

Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa PPN dan/atau PPh menjadi tanggungjawab **Pihak Kedua** dan harus dibayarkan oleh **Pihak Kedua** ke kantor pelayanan pajak setempat sesuai ketentuan yang berlaku.

Pasal 15
Peralatan dan/alat Hasil Penelitian

Hasil Pelaksanaan Penelitian ini yang berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari pelaksanaan Penelitian ini adalah milik Negara yang dapat dihibahkan kepada nama Perguruan Tinggi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 16
Penyelesaian Sengketa

Apabila terjadi perselisihan antara **Pihak Pertama** dan **Pihak Kedua** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan mufakat, dan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah dan mufakat maka penyelesaian dilakukan melalui proses hukum.

Pasal 17
Lain-lain

- (1) **Pihak Kedua** menjamin bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas belum pernah dibiayai dan/atau diikutsertakan pada Pendanaan Penelitian lainnya, baik yang diselenggarakan oleh instansi, lembaga, perusahaan atau yayasan, baik di dalam maupun di luar negeri.
- (2) Segala sesuatu yang belum cukup diatur dalam Perjanjian ini dan dipandang perlu diatur lebih lanjut dan dilakukan perubahan oleh **Para Pihak**, maka perubahan-perubahannya akan diatur dalam perjanjian tambahan atau perubahan yang merupakan satu kesatuan dan bagian yang tidak terpisahkan dari Perjanjian ini.

Perjanjian ini dibuat dan ditandatangani oleh **Para Pihak** pada hari dan tanggal tersebut di atas, dibuat dalam rangkap 2 (dua) dan bermeterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, yang masing-masing mempunyai kekuatan hukum yang sama.

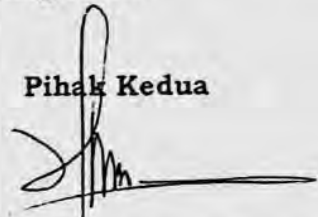
Pihak Pertama



Prof. Drs. Motlan, M.Sc., Ph.D.
NIDN: 0005085906



Pihak Kedua



Drs. Togi Tampubolon, M.Si., Ph.D
NIDN: 0001056111

Mengetahui
Dekan FMIPA Universitas Negeri Medan,



Dekan FMIPA Universitas Negeri Medan,
Martina Restuati, M.Si
NIDN: 0021036307

