

Skripsi Geofisika

**ANALISIS DATA KEGEMPAAN GUNUNGAPI GAMALAMA TERNATE,
MALUKU UTARA**

OLEH:

SATIA R. USMAN

H22112010



**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2017

**ANALISIS DATA KEGEMPAAN GUNUNGAPI GAMALAMA TERNATE,
MALUKU UTARA**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
Pada Program Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam Universitas Hasanuddin*

OLEH:

SATIA R. USMAN

H22112010

**PROGRAM STUDI GEOFISIKA JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2017

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS DATA KEGEMPAAN GUNUNGAPI GAMALAMA TERNATE,
MALUKU UTARA**

OLEH:

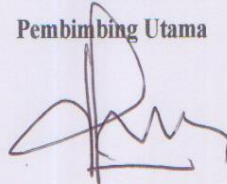
SATIA R. USMAN

H22112010

Makassar, 14 Februari 2017

Disetujui Oleh:

Pembimbing Utama



Dr. Muh. Altin Massinai, MT, Surv

NIP. 196406161989031006

Pembimbing Pertama



Ir. Bambang Hari Mei, M.Si

NIP. 196105011990031003

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Ia hidupakan bumi sesudah matinya dan Ia sebarkan di bumi itu segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda – tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang berpikir”

Q.S Al – Baqarah (2): 164

“Ya Allah, aku berlindung kepada-Mu dari ilmu yang tidak bermanfaat, dari hati yang tidak khusyu’, dari nafsu yang tidak pernah kenyang dan dari doa yang tidak dikabulkan”

(HR Muslim)

SARI BACAAN

Indonesia merupakan zona bertemunya tiga lempeng utama dunia: Lempeng Eurasia, Lempeng Pasifik dan Lempeng Hindia –Australia. Hal ini mengakibatkan tingginya tingkat kegempaan di Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode seismik yang meliputi analisis dan penentuan besar energi RSAM (*real-time seismic amplitude measurement*) dan mengklasifikasi jenis gempa berdasarkan bentuk *envolve* pada Gunungapi Gamalama Ternate. Data yang digunakan adalah data kegempaan periode 2015 terdiri dari Gempa Tektonik Jauh (TEJ), Gempa Tektonik Terasa (TRS), Gempa Teleseismik (TJ), Gempa Tektonik Lokal (TEL), Gempa Vulkanik Dalam (VA), Gempa Vulkanik Dangkal (VB), Gempa Hembusan, Gempa Tremor Harmonik (HRM), Gempa Tremor Hembusan.

Hasil penelitian menunjukkan nilai amplitudo meningkat signifikan pada tanggal 2 April dan 16 Juli 2015 yang disusul dengan terjadinya letusan pada tanggal 4 Agustus 2015. Dari keempat stasiun tersebut tercatat nilai amplitudo dari RSAM masing-masing dengan energi sebesar 80 dan 60 (satuan rata-rata amplitudo). Pada klasifikasi gempa selama tahun 2015 terbagi menjadi 7 tipe gempa dari sumber paling jauh hingga terdekat dengan permukaan yakni gempa tektonik jauh, tektonik lokal, vulkanik dangkal, vulkanik dangkal, hembusan, tremor, dan letusan. Analisis pada Grafik data kegempaan yang terjadi selama tahun 2015 yaitu Tektonik jauh lebih mendominasi sebelum letusan sedangkan peningkatan kegempaan sering terjadi pada gempa lokal, gempa vulkanik dalam dan vulkanik dangkal secara fluktuatif dan meningkat pada saat terjadi letusan dan sesudah letusan. Dan selama letusan terjadi gempa hembusan lebih mendominasi dan terus terjadi hingga akhir tahun.

Kata Kunci :Kegempaan, Klasifikasi gempa, RSAM (*real-time seismic amplitude measurement*), Analisis, Gunungapi Gamalama Ternate.

ABSTRACT

Indonesia is the meeting zone between three world main plates: Eurasian Plate, Pacific Plate, and Indies – Australia Plate. Therefore, Indonesia has a high seismicity degree. This research uses seismic method which includes the analysis and determination of the energy RSAM (real-time seismic amplitude measurement) and classify the type of earthquake based on Volcano Gamalama involve form Ternate. The data used are seismic data for the period 2015 consists of Tectonic earthquake Away (TEJ), Tectonic earthquake Terasa (TRS), Earthquake Teleseismik (TJ), Tectonic earthquake Local (TEL), Volcanic Earthquake In (VA), volcanic earthquake Shallow (VB) , Blowing Earthquake, Earthquake Tremor Harmonics (HRM), Earthquake Tremor Blowing.

The results showed a significant increase amplitude value on April 2 and July 16, 2015 which was followed by an explosion on August 4, 2015. Of the four stations carrying value of the amplitude of the RSAM each with an energy of 80 and 60 (the average unit amplitude). On the classification of the earthquake during the 2015 earthquake is divided into 7 types of the most distant source to the surface closest to the far tectonic earthquake, local tectonic, volcanic shallow, shallow volcanic, gusts, tremors and eruptions. Analysis of the seismic data graphs that occurred during 2015, namely Tectonics much dominated before the eruption while the increase in seismicity is common in local earthquakes, volcanic earthquakes and volcanic shallow fluctuating and rising at the time of the eruption and after the eruption. And during the eruption of an earthquake gusts dominates and continues until the end of the year.

Keyword : seismicity, Classification of the earthquake,RSAM (real-time seismic amplitude measurement), analysis, Volcano Gamalama Ternate.

KATA PENGANTAR



Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala Puji hanya milik Dzat yang Maha Mulia, Allah Subhanahu Wa Ta'ala, yang ditangan-Nya terenggam nyawa seluruh makhluk semesta alam, yang Maha Kekal sebelum segala sesuatunya ada, dan akan tetap Kekal setelah segala sesuatunya tiada. Shalawat dan salam kepada Baginda Rasulullah Shallallahu Alaihi Wassalam, Kekasih Allah juga para ahlul bait dan para sahabat-sahabat beliau yang senantiasa kita rindukan perjumpaan dengannya.

Hanya dengan taufiq dan hidayahNya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Analisis Data Kegempaan Gunungapi Gamalama Ternae, Maluku Utara**” ini. Dalam penulisan skripsi ini, penulis dengan segala keterbatasan, kemampuan dan pengetahuan dapat melewati segala hambatan serta masalah berkat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak . Oleh karena itu, izinkan penulis haturkan rasa terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya untuk orang tua penulis : **Rasid Usman** dan **Ginayah M. Saleh** yang telah mengasihi, membesarkan penulis dengan penuh kasih sayang hingga sampai di titik ini. Terima kasih yang besar juga penulis ucapkan untuk saudara penulis, **Supriyaddin Usman, Sunarti Usman, Suratmi R. Usman, Supriyanti R. Usman** yang senantiasa menemani, memotivasi serta menasehati penulis.

Tidak lupa pula penulis sampaikan *Terima Kasih* kepada :

1. Bapak **Dr. Muh. Altin Massinai, MT.Surv**, selaku pembimbing utama yang dengan tulus memberikan bimbingan serta memotivasi penulis serta Bapak **Ir. Bambang Hari Mei, M.Si** selaku pembimbing pertama, yang dengan sabar dan ikhlas memberikan waktunya untuk membimbing serta menuntun penulis hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak **Sabrianto Aswad, S.Si, MT**, Bapak **Syamsuddin, S.Si, M.T** dan Bapak **Dr. Muhammad Hamzah Syahrudin, S.Si, M.T.** selaku tim penguji skripsi geofisika yang telah memberi masukan serta saran kepada penulis.
3. **Dr. Tasrief Surungan, M.Sc** sebagai Ketua Jurusan Fisika, Bapak **Dr. Muh. Altin Massinai, MT.Surv** selaku Ketua Program studi Geofisika Jurusan Fisika FMIPA UNHAS serta seluruh staf dosen pengajar dan pegawai jurusan Fisika FMIPA UNHAS yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjalani studi hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak **Dr. Muh. AltinMassinai, MT.Surv** selaku Penasehat Akademik yang banyak memberikan nasehat kepada penulis.
5. Bapak/Ibu dosen Geofisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam (terkhusus buat Ibu **Nur Hasanah, S.Si, M.Si** yang selalu membantu saya) beserta staff atas bantuannya mendidik penulis selama berstatus mahasiswa.

6. Bapak **Devy Kamil Syhabana** selaku pembimbing penulis di Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Bandung yang dengan tulus memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis di sela-sela kesibukan beliau. dan **Kak Tika, Kak Tias** serta seluruh staff yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan Tugas Akhir di PVMBG.
7. Bapak **Darno** selaku Kepala Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama Ternate, **Kak Dedi** yang dengan tulus memberikan motivasi dan bimbingan kepada penulis disela-sela kesibukan beliau selama di Pos Pengamatan Ternate. serta seluruh staff yang memberikan kesempatan untuk melaksanakan Tugas Akhir di Pos Pengamatan Ternate.
8. Bapak **Umar Rosadi, S.Ty** yang selalu membimbing selama kerja praktek penulis di Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Bandung.
9. Sahabat-sahabat penulis **Suhesti Usman, Risayani S. Mahmuddan theconjuring (Aulia, Tri, Mela, Uzhi)** yang telah memberikan dukungan dan selalu menemani selama hampir 4 tahun dan tempat keluh kesah penulis.
10. Saudara-saudaraku Geofisika 2012 yang saya cintai: **Tri Nurhidaya**(Beloved Friend), **Waode Aulia Kahar** (kesayanganku yang paling cerewet)**Mela Florence** (teman kesayangan yang tidak pernah nangis),**Fauziah Nuraini**(UNGA sayanku dan tempat curhat yang sekarang sudah sibuk juga), **Aryani Agutiawati** (Perempuan tangguh, kaka Ani kesayanganku), **Fitriani** (si kecilkuu teman tidur dibanding

yang kerewet), **Desi Putri Ananda** (Bundacuu), **Citra Fitriani** (Cicicuu langeng ynga sama Ian), **Atika Kurniati** (teman kp), **Febriana Sari** (Sehat Selalu yha), **Nisa hardiyanti Yunus** (kecilkuu), **A. Aguslimi Shafira Putri** (langgeng yhaa sama ipank), **Fauziah Maswa** (sehat selalu yhaa), **Fauziah Hasyim** (teman jalan dan yang paling susah dihubungi), **Wulan salle karurung** (polos-polos gituh), **fauziah alimuddin** (selalu galau dengan skripsi), **Muhammad Faisal Addi** (raja Bolongers yang paling tampan paling baik), **Asrul Sirajuddin** (move at hukum UH), Jamaluddin (teman PA), **Maksum Majidi** (yang siap selalu sama teman cewe), **Yawan basopata** (Koord. HMGI Reg. V), **Gangga, Matra, Ashari** (Tapi Pindah waktu semester 3), **Andi Icha** (Hukum Undip), , **Muhammad Arif** (teman Berantam), **Akmal** (paling tampan tawwa), **Jemy** (baik hati dan tidak sombong), **Andi Zulkifli** (teman Selalu Bonceng Tiga sama Aul), **Burhamza** (kaka Ancacuu), **Robiansya** (Susah ditebak ahaha), **Asraf** (selalu ada kalau diminta tolong dan katanya mau jadi dosen di geofisika), **M. Irpan kumusa** (Ketua Golongan), **Andi Muh. Fais Wahid** (Ketua BEM), **Jabal Altarik** (tampang selalu kayak anak kecil), **Johanes Gedo Sea** (Teman yang pinar yang tidak sombong), **Iqbal** (move at hukum UH), **Anggun** (baik).
Terima kasih atas semangat, bantuan dan motivasi serta kebersamaannya.
”Semangat dan Taklukkan”.

11. Saudara-saudara Fisika 2012: **Lilis** (teman BEM), **Indri, Nurul, Nina** (miss rempong), **Syahrul** (seperjuangan), **Yeti Corea Yeya, Banyal,**

Didin, Syahrir, ATM (cerewet), **Vivi, Indah, Wana, Ay** (Ketua Angkatan) dan **Taufik** (Ketua Himpunan) serta teman-teman yang penulis tidak dapat tuliskan satu per satu, terima kasih atas dukungannya selama ini.

12. Saudara-saudaraku Mipa 2012 terima kasih atas kebersamaan dan kebaikannya selama ini “**Tak Sekedar Kata Untuk MIPA**”.
13. Kanda-kanda Fisika 2010 : **Kak Triwah, kak Dila, Kak Fitriah, Kak dayat, Kak Asad, Kak Angga, Kak Wahidah, kak eltrit, kak najmiah, kak fitri, kak tanto, kak bahar, kak Inno, kak irfan**, dan yang tak sempat penulis sebutkan dan **Fisika 2011** terima kasih atas segala saran dan bantuannya.
14. Adik-adik **Fisika 2013** dan **2014** terima kasih atas motivasinya.
15. Warga **KM-FMIPA UNHAS** (Use Your Mind Be The Best) dan **HIMAFI** (Jayalah HIMAFI Fisika Nan Jaya).
16. Teman-teman **KKN Tematik UNHAS Gel. 93** Kabupaten Jenepono Kecamatan Rumbia terutama posko Desa Ujung Bulu : **Kak Ria** (Pternakan) , **Diana** (Biologi), **Diani** (FKM), **Ashary** (Kehutanan), **Shiar** (Pternakan) , **Kasri** (Pertanian), **Radhia** (Kehutanan), **Sisi** (Kehutanan), **Kidung** (Kehutanan), **Kak Rio** (Teknik Sipil), **Inov** (Kehutanan), **Mita** (Perikanan), **Sabar** (Kehutanan), **Ardi** (Kedokteran).
Yang telah menjadi saudaraku sejak di KKN hingga sekarang dan Bapak Kepala Desa yang keren Bapak **Mansyur** dan Ibu beserta keluarga yang sudah anggap kami seperti keluarganya, serta masyarakat **Desa Ujung**

Bulu Kecamatan Rumbia Kabupaten Jeneponto provinsi Maluku Utara, terimakasih atas doa dan motivasinya. Dan terkhusus Supervisor ayah **Dr. Ir. A. Sadapoto, MP** maksih atas Bimbingannya.

17. Kepada Keluarga Besar Malifut FPMM (Forum Pelajar Mahasiswa Malifut Makassar): **Bunda Ayu, Kak Akbar, Kak Randi, Kak Us, Kak Midun, kak irfan, Kak Caplok, Chanu, ijha, fitria, fendi, achi, irwan, kak Baci, Mimi, Suhdi Syamsudin, kaka jily, ade sesi, Adha H.Umar, Mami nona, Papi deki**, Terkhusus Yang Tersayang **Muhiddin Dano**. Dan keluarga besar **MACHINIDI**

18. Semua pihak yang telah membantu sehingga karya sederhana ini dapat terwujud penulis ucapkan terima kasih.

19. Buat keluarga besarku yang telah banyak mendukung penulis dalam menyusun skripsi ini, terima kasih banyak atas dukungannya.

Serta kepada semua pihak yang tidak sempat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya yang telah kalian berikan kepada penulis. Semoga Allah senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Aamiin.

Wassalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SARI BACAAN	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
I.3 Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Tektonik Lempeng	4
II.2 Gelombang Seismik.....	8
II.2.1 Jenis Gelombang Seismik	9
II.3 Gempa Bumi	12
II.3.1 Gempa Tektonik	13
II.3.2 Gempa Vulkanik	13
II.3.3 Gempa Runtuhan	17
II.4 Gunungapi	17

II.4.1 Bentuk Gunungapi	18
II.4.2 Tipe Letusan Gunungapi	19
II.5 Sejarah Letusan gunungapi Gamalama	19
II.6 Mekanisme Erupsi Gunung Gamalama	21
II.7 Pengamatan Seismik Gunungapi Gamalama	22
II.8 Geologi Regional	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	28
III.1 Lokasi Penelitian.....	28
III.2 Bahan Peneliian.....	29
III.2.1 Data Penelitian	29
III.2.2 Penunjang	29
III.3. Metode Pengolahan Data	29
III.3.3 Metode Analisis Data.....	24
III.4 Bagan Alir Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
IV.1 Hasil	33
IV.1.1 Grafik Data Kegempaan Gunung Gamalama Periode 2015	33
IV.1.2 Grafik RSAM(<i>real-time seismicamplitude measurement</i>) Gunungapi Gamalama Periode 2015	34
IV.1.3 Klasifikasi Gempa yang Terdeteksi	36
IV.2 Pembahasan.....	40
IV.2.1 Analisis Grafik Data Kegempaan Gunungapi Gamalama periode 2015	40

IV.2.2 Analisis Grafik RSAM (<i>real-time seismicamplitude measurement</i>) Gunungapi Gamalama Periode 2015	41
BAB V PENUTUP	43
V.1 Kesimpulan	43
V.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 lempeng tektonik.....	5
Gambar II.2 Convergen	6
Gambar II.3 Divergen.....	7
Gambar II.4 Transform.....	7
Gambar II.5 Gelombang P (Primer).....	10
Gambar II.6 Gelombang S (Sekunder).....	11
Gambar II.7 Gelombang Rayleigh.....	12
Gambar II.8 Gelombang love.....	12
Gambar II.9 Gempa vulkanik tipe A.....	14
Gambar II.10 Gempa vulkanik tipe B.....	15
Gambar II.11 Contoh gempa letusan.....	16
Gambar II.12 Gempa tremor harmonik.....	17
Gambar II.13 Jaringan Seismik G. Gamalama.....	23
Gambar II.14 Peta Geologi Maluku Utara Ternate.....	25
Gambar III.1 Peta Lokasi Penelitian (modifikasi peta administrasi).....	28
Gambar IV.1 Grafik Data Kegempaan Gunungapi Gamalama periode 2015.....	34
Gambar IV.2 Amplitudo Seismik Gunungapi Gamalama Periode Januari Oktober 2015.....	35
Gambar IV. 3 Amplitudo Seismik Gunungapi Gamalama Periode September–Desember 2015.....	35
Gambar IV.4 Tektonik jauh.....	36
Gambar IV.5 Tektonik local.....	36
Gambar IV.6 Tektonik dalam.....	37
Gambar IV.7 Tektonik dangkal.....	37
Gambar IV.8 Gempa Tremor.....	38
Gambar IV.9 Hembusan.....	39
Gambar IV.10 Letusan.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Posisi stasion seismic G. Gamalama.....	23
Tabel IV.1 Data Gempa Gunungapi Gamalama Periode 2015.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data sejarah meletusnya Gunungapi Gamalama Ternate

Lampiran 2. Data Kegempaan Gunungapi Gamalama Ternate Propinsi Maluku
Utara periode Januari – Desember 2015

Lampiran 3. Daftar Gempa Harian Periode Januari – Desember 2015

Lampiran 4. Peta Administrasi Kota Ternate – Maluku Utara

Lampiran 5. Peta Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Gamalama Ternate

Lampiran 6. Peta Geologi Gunungapi Gamalama Ternate

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng kerak bumi utama yaitu lempeng Eurasia, lempeng Pasifik dan lempeng Indo-Australia yang bergerak dengan arah yang berbeda, yaitu ke Timur hingga Baratdaya (Eurasia), Selatan hingga Barat (Pasifik), dan Utara hingga Timurlaut (Indo-Australia). Konsekuensi dari tumbukan antar lempeng ini di antaranya menyebabkan Indonesia memiliki 127 gunungapi aktif yang membentuk busur gunungapi (*ring of fire*) dan tersebar di pulau Sumatra Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Halmahera, dan Sulawesi Utara [Kusumadinata, 1979]. Dengan jumlah tersebut, Indonesia memiliki 13% gunungapi yang ada di dunia (terbanyak di dunia) yang berdasarkan sejarah erupsi diklasifikasi menjadi 77 gunungapi termasuk tipe A, 29 gunungapi termasuk tipe B dan 21 gunungapi tipe C. Berdasarkan fakta tersebut, tidak dapat dipungkiri bahwa bahaya letusan gunungapi adalah sesuatu yang nyata bagi masyarakat Indonesia, terutama yang tinggal di kawasan gunungapi aktif (Katili & Siswamidjojo, 1994).

Aktivitas terus berlangsung dan tidak dapat ditentukan kapan akan terjadi letusan. Setiap gunung memiliki karakteristik tersendiri sehingga diperlukan pemantauan gunungapi secara kontinyu salah satunya dengan penerapan ilmu geofisika. Salah satu metode untuk mempelajari aktivitas gunungapi yaitu dengan menggunakan metode seismik. Alasan menggunakan metode seismik ini karena menjelang

letusan pasti ada gejala yang mendahuluinya, salah satunya adalah peningkatan kegempaan yang merupakan penjalaran gelombang pada tubuh gunungapi akibat eksitasi oleh magma dari kedalaman. Oleh karena itu, pengamatan seismik sangat diperlukan untuk mengamati aktivitas magma dalam rangka membantu dalam sistem peringatan dini gunungapi (menentukan status gunungapi). Pemantauan seismik tersebut didasarkan pada hasil rekaman seismograf yang terpasang di sekitar gunungapi.

Dilihat dari sejarah letusannya, Gunungapi Gamalama merupakan salah satu dari 127 gunungapi yang aktif di Indonesia yang letusannya sangat intensif terjadi dan mulai tercatat dari tahun 1538 hingga saat ini. Peningkatan kegiatannya tercatat 83 kali dimana 72 kegiatan diikuti oleh letusan. Beberapa di antara peristiwa letusan tersebut telah menimbulkan korban jiwa dan harta bahkan pada tahun 1775 mengakibatkan korban jiwa sebanyak 141 penduduk dimana pada peristiwa tersebut terbentuk maar gunungapi yang kemudian dinamakan danau Tolire Jaha dan sekarang merupakan tempat pariwisata. Untuk mengantisipasi kemungkinan terburuk akan terulang, oleh karena itu Pengamatan kegempaan gunungapi Gamalama dilakukan dengan menggunakan 4 stasiun dengan seismograf RTS PS-2, baik Digital maupun Analog. Stasiun-stasiun seismik yang data rekamannya disentralisasi di Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama secara kontinu mencatat aktivitas Gunungapi Gamalama (Bronto, 1982).

I.2 Ruang Lingkup

Cakupan bahasan dibatasi pada data Kegempaan periode tahun 2015 sedangkan metode yang digunakan ialah metode seismik yang meliputi analisis dan penentuan besar energi RSAM (*real-time seismic amplitude measurement*) dan mengklasifikasi jenis gempa berdasarkan bentuk *envolve* pada Gunungapi Gamalama Ternate.

I.3 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai antara lain:

1. Menganalisis dan menentukan besar nilai energi dari grafik RSAM (*real-time seismic amplitude measurement*) Gunungapi Gamalama Ternate.
2. Mengklasifikasi jenis gempa Gunungapi Gamalama Ternate berdasarkan bentuk *envolve*.

BAB II

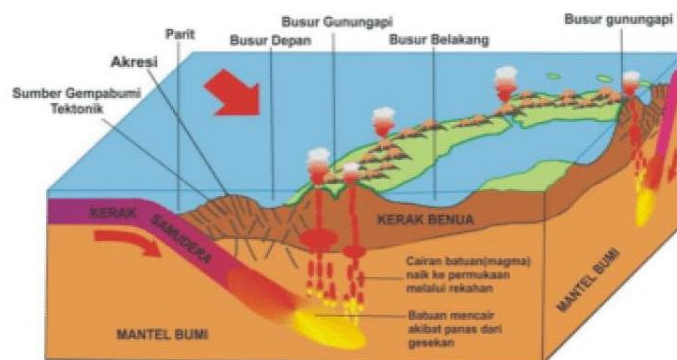
TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tektonik Lempeng

Menurut teori lempeng tektonik, permukaan bumi terpecah menjadi beberapa lempeng tektonik besar. Lempeng tektonik adalah segmen keras kerak bumi yang mengapung di atas astenosfer yang cair dan panas. Oleh karena itu, maka lempeng tektonik ini bebas untuk bergerak dan saling berinteraksi satu sama lain. Daerah perbatasan lempeng-lempeng tektonik, merupakan tempat-tempat yang memiliki kondisi tektonik yang aktif, yang menyebabkan gempa bumi, gunung berapi dan pembentukan dataran tinggi. Teori lempeng tektonik merupakan kombinasi dari teori sebelumnya yaitu: Teori Pergerakan Benua (*Continental Drift*) dan Pemekaran Dasar Samudra (*Sea Floor Spreading*). Lapisan paling atas bumi, yaitu litosfer, merupakan batuan yang relatif dingin dan bagian paling atas berada pada kondisi padat dan kaku. Di bawah lapisan ini terdapat batuan yang jauh lebih panas yang disebut mantel. Lapisan ini sedemikian panasnya sehingga senantiasa dalam keadaan tidak kaku, sehingga dapat bergerak sesuai dengan proses pendistribusian panas yang kita kenal sebagai aliran konveksi. Lempeng tektonik yang merupakan bagian dari litosfer padat dan terapung di atas mantel ikut bergerak satu sama lainnya.

Teori lempeng tektonik diyakini oleh banyak ahli sebagai teori yang menerangkan proses dinamika bumi. Antaralain gempa bumi dan pembentukan jalur pegunungan. Menurut teori ini kulit bumi (kerak bumi) yang disebut litosfer terdiri dari lempengan yang mengambang di atas lapisan yang lebih padat yang disebut

astenosfer. Ada dua jenis kerak bumi, yaitu kerak samudra dan kerak benua. Kerak samudra tersusun atas batuan yang bersifat basa, sedangkan kerak benua tersusun atas batuan yang bersifat asam. Kerak bumi menutupi seluruh permukaan bumi. Namun akibat adanya aliran panas yang mengalir di astenosfer yang menyebabkan kerak bumi pecah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Bagian-bagian itulah yang disebut lempeng kerak bumi (lempeng tektonik). Aliran panas tersebut untuk selanjutnya menjadi sumber kekuatan terjadinya pergerakan lempeng. Lempeng tektonik merupakan dasar dari terbangunnya sistem kejadian gempa bumi, peristiwa gunung berapi, kemunculan gunung api bawah laut, dan peristiwa geologi lainnya.



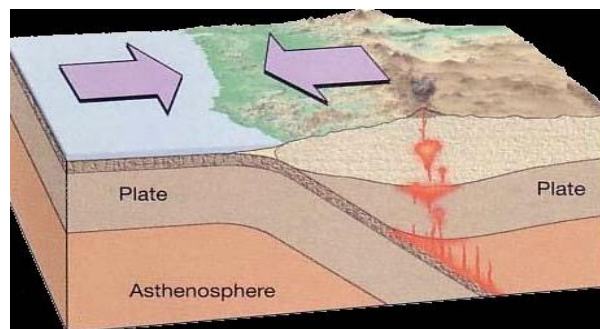
Gambar II.1 lempeng tektonik (Katili, 1963)

Pergerakan lempeng tektonik dibedakan menjadi tiga macam, yaitu pergerakan lempeng yang saling mendekat (*convergen*), saling menjauh (*divergen*), dan saling melewati (*transform fault*).

a. Convergen (pergerakan lempeng yang saling mendekat)

Pergerakan lempeng yang saling mendekat dapat menyebabkan terjadinya tumbukan yang salah satu lempengnya akan menunjam ke bawah tepi lempeng

yang lain. Daerah penunjaman tersebut membentuk palung yang dalam dan merupakan jalur gempa bumi yang kuat. Sementaraitu di belakang jalur penunjamanakanterjadiaktivitas vulkanisme dan terbentuknya cekungan pengendapan. Contoh pergerakan lempeng ini di Indonesia adalah pertemuan lempeng indo-australia dan lempeng Eurasia. Pertemuan kedua lempeng tersebut menghasilkan jalurpenunjaman di selatan Pulau Jawa, jalur Gunungapi di Sumatra, Jawa, dan Nusa tenggara, serta berbagai cekungan di Sumatra dan jawa. Batas antar lempeng yang saling mendekat hingga mengakibatkan tumbukan dan salah satu lempengnya menunjam ke bawah lempeng yang lain (*subduct*) disebut batas konvergen atau batas lempeng destruktif

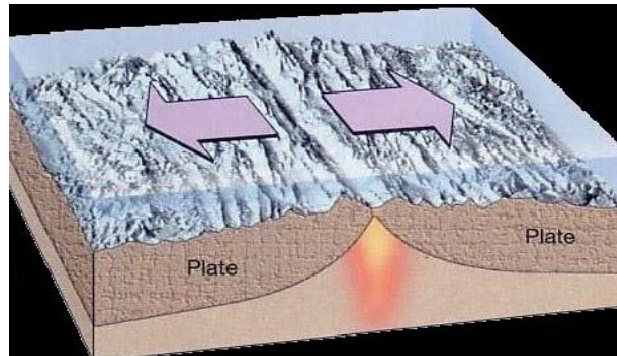


Gambar II.2 Convergen (Rusilawati, 2012).

b. Divergen (pergerakan lempeng saling menjauh)

Pergerakan lempeng yang saling menjauh akan menyebabkan penipisan dan peregangan kerak bumi hingga terjadi aktifitas keluarnya material baru yang membentuk jalur vulkanisme. Meskipun saling menjauh, kedua lempeng ini tidak terpisah karena di belakang masing-masing lempeng terbentuk kerak lempeng yang baru. Proses ini berlangsung secara berkelanjutan. Contoh hasil dari pergerakan lempeng ini adalah terbentuknya gunungapi di punggung tengah

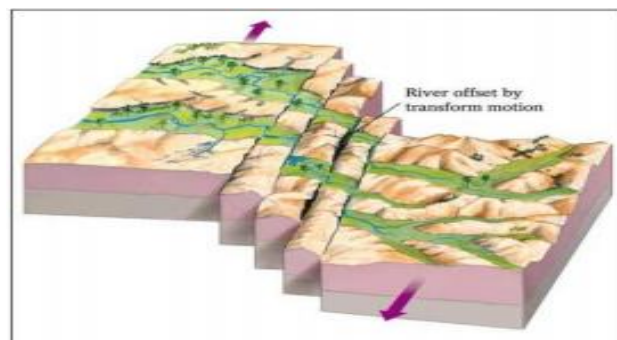
samudra di samudra pasifik dan benua afrika. Batas antar lempeng yang saling menjauh hingga mengakibatkan terjadinya perluasan punggung samudra disebut batas divergen atau batas lempeng konstruktif.



Gambar II.3 Divergen (Rusilawati, 2012).

c. Transform fault (pergerakan lempeng yang saling melewati)

Pergerakan lempeng yang saling melewati terjadi karena gerak lempeng sejajar dengan arah yang berlawanan sepanjang perbatasan antar lempeng. Pada pergerakan ini kedua perbatasan lempeng hanya bergesekan. Oleh karena itu, tidak terjadi penambahan atau pengurangan luas permukaan. Namun, gesekan antar lempeng ini, kadang-kadang dengan kekuatan dan tegangan yang besar sehingga dapat menimbulkan gempa yang besar.



Gambar II.4 Transform (Rusilawati, 2012).

Pergerakan lempeng tektonik tersebut ternyata menimbulkan berbagai fenomena di permukaan bumi, misalnya terjadinya gempa bumi. Gempa bumi yang terjadi akibat pergeseran lempeng tektonik yang disebut gempa tektonik. Gempa tektonik terjadi di daerah subduksi, yaitu batas pertemuan lempeng yang bertumbukan.

II.2 Gelombang Seismik

Gelombang seismik merupakan gelombang yang merambat melalui bumi. Perambatan gelombang ini bergantung pada sifat elastisitas batuan. Gelombang seismik dapat ditimbulkan dengan dua metode yaitu metode aktif dan metode pasif. Metode aktif adalah metode penimbulkan gelombang seismik secara aktif atau disengaja menggunakan gangguan yang dibuat oleh manusia, biasanya digunakan untuk eksplorasi. Metode pasif adalah gangguan yang muncul terjadi secara alamiah, contohnya gempa. Gelombang seismik termasuk dalam gelombang elastik karena medium yang dilalui yaitu bumi bersifat elastik. Oleh karena itu sifat penjalaran gelombang seismik bergantung pada elastisitas batuan yang dilewatinya (Juanita, 2011).

Berdasarkan teori elastisitas, gempa bumi merupakan akibat dari pelepasan energi secara tiba-tiba. Ketika lempeng tektonik saling membentur dan didorong ke arah selubung, maka tekanan besar terjadi dalam kerak. Jika tekanan dalam batuan terlalu besar, batuan akan retak membentuk patahan. Suatu pergeseran dalam bidang retakan/patahan beberapa sentimeter saja dapat menyebabkan gelombang seismik berenergi dahsyat akan muncul ke permukaan, memecah

dan mengangkat tanah. Pergeseran ini yang kemudian diistilahkan gempa bumi (Febriana, 2013).

II.2.1 Jenis Gelombang Seismik

Gelombang seismik ada yang merambat melalui interior bumi disebut sebagai body wave, dan ada juga yang merambat melalui permukaan bumi yang disebut surface wave. Sumber gelombang seismik ada dua yaitu alami dan buatan. Sumber alami terjadi karena adanya gempa tektonik, gempa vulkanik dan runtuh, sedangkan buatan menggunakan gangguan yang disengaja (Juanita, 2011).

1. Gelombang Badan (*Body Wave*)

Gelombang badan adalah gelombang yang menjalar dalam media elastik dan arah perambatannya keseluruh bagian di dalam bumi. Berdasarkan gerak partikel pada media dan arah penjarannya gelombang dapat dibedakan menjadi gelombang P dan gelombang S (Juanita, 2011).

- Gelombang P (gelombang primer) yaitu gelombang longitudinal yang pergerakan partikelnya sejajar dengan arah rambatnya, yang memiliki kecepatan rambat paling besar dibandingkan gelombang seismik yang lain. Gelombang ini dapat melalui medium padat, cair, dan gas. Persamaan dari kecepatan gelombang P adalah sebagai berikut (Retno, 2011):

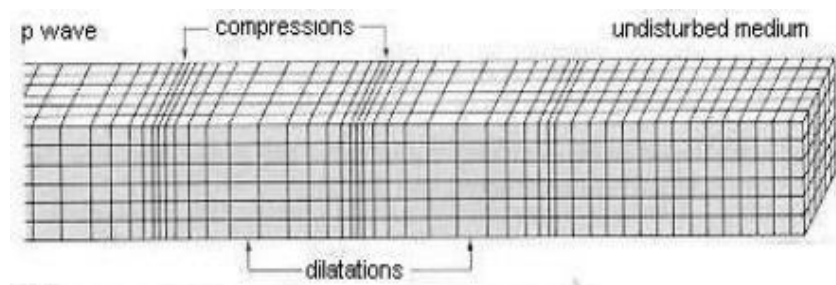
$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \dots \dots \dots (II.1)$$

Keterangan: λ = Konstanta Lamé

μ = Rigiditas

ρ = densitas

Adapun kecepatan gelombang P (VP) adalah $\pm 5 - 7$ km/s di kerak bumi, > 8 km/s di dalam mantel dan inti bumi, $\pm 1,5$ km/s di dalam air, dan $\pm 0,3$ km/s di udara (Hidayati, 2010).



Gambar II.5 Gelombang P(Elnashai and Sarno, 2008)

- Gelombang S (gelombang sekunder) disebut juga gelombang shear, gelombang transversal atau gelombang rotasi merupakan gelombang transversal yang muncul setelah gelombang P muncul. Gelombang S memiliki cepat rambat gelombang yang lebih lambat dibandingkan dengan gelombang P dan hanya bisa merambat melalui medium padat. Pergerakan partikel gelombang S tegak lurus terhadap arah rambatnya. Persamaan dari kecepatan rambat gelombang S adalah sebagai berikut (Juanita, 2011):

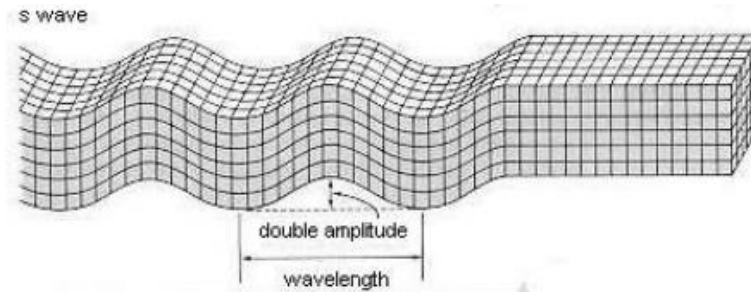
$$V_s \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \dots\dots\dots(II.2)$$

Keterangan: μ = Rigiditas

ρ = densitas

Gelombang sekunder tidak dapat merambat pada fluida, sehingga pada inti bumibagian luar tidak dapat terdeteksi sedangkan pada

inti bumi bagian dalam mampu dilewati. Kecepatan gelombang S (VS) adalah $\pm 3 - 4$ km/s di kerak bumi, $> 4,5$ km/s di dalam mantel bumi, dan $2,5 - 3,0$ km/s di dalam inti bumi (Hidayati, 2010).



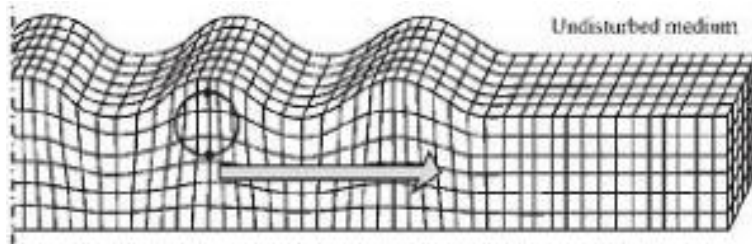
Gambar II.6 Gelombang S (Elnashai and Sarno, 2008)

2. Gelombang Permukaan (*Surface Wave*)

Gelombang permukaan adalah gelombang yang merambat di permukaan bumi, tidak melakukan penetrasi ke dalam medium bumi. Gelombang permukaan merupakan salah satu gelombang seismik selain gelombang badan. Ada dua jenis gelombang permukaan, yaitu gelombang Love dan gelombang Rayleigh.

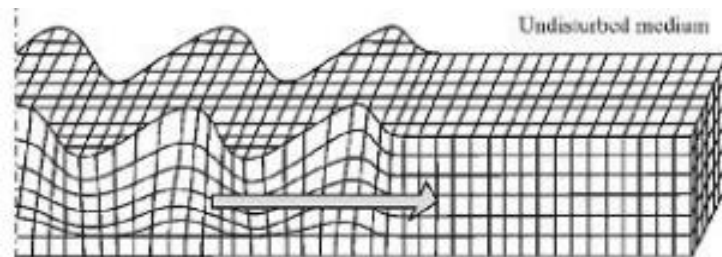
- Gelombang Reyleigh merupakan gelombang permukaan yang Orbit gerakannya elips tegak lurus dengan permukaan dan arah penjarannya. Gelombang jenis ini adalah gelombang permukaan yang terjadi akibat adanya interferensi antara gelombang tekan dengan gelombang geser secara konstruktif. Gelombang Rayleigh memiliki gerakan partikel yang merupakan kombinasi dari gerakan partikel Gelombang P dan S. Persamaan dari kecepatan gelombang Reyleigh adalah sebagai berikut (Retno, 2011):

$$V_R = 0.92\sqrt{V_S} \dots\dots\dots(\text{II.3})$$



Gambar II.7 Gelombang Rayleigh(Elnashai and Sarno, 2008)

- Gelombang Love merupakan gelombang permukaan yang menjalar dalam bentuk gelombang transversal yang merupakan gelombang Shorizontal yang penjarannya paralel dengan permukaannya (Gadallahand Fisher, 2009).



Gambar II.8 Gelombang love(Elnashai and Sarno, 2008)

II.3Gempa Bumi

Gempa bumi adalah peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi secara tiba-tiba yang ditandai dengan patahnya lapisan batuan pada kerak bumi. Akumulasi energi penyebab terjadinya gempa bumi dihasilkan dari pergerakan lempeng – lempeng tektonik. Energi yang dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang seismik efeknya dapat dirasakan sampai kepermukaan bumi, Berdasarkan sebab akibat, maka gempabumi dapat dibagi atas (Katili dan Marks, 1963):

II.3.1 Gempa Tektonik

Gempa tektonik merupakan gempa yang disebabkan oleh gerakan lempeng tektonik yang terus menerus. Terjadi sebagai akibat patahan lapisan batuan didalam kulit bumi terjadi proses geologi yang mengakibatkan terkumpulnya dan terkekangnya tegangan -tegangan dan regangan - regangan. Hal ini menghasilkan dalam waktu geologi perubahan kedudukan dan bentuk lapisan-lapisan batuan. Bila tegangan dan regangan itu meningkat, sehingga melampaui kekuatan batas dari lapisan bumi, maka akan terjadi persesaran atau perkekaratan sepanjang, bidang - bidang terlemah yang disebut patahan. Pergeseran ini dimaksudkan untuk mencari keseimbangan baru. Tenaga yang dikekang itu dilepaskan, sebagian atau seluruhnya dalam bentuk getaran ke seluruh permukaan bumi. Menurut penyelidikan 90% dari jumlah seluruh gempabumi adalah gempabumi tektonik

II.3.2 Gempa Vulkanik

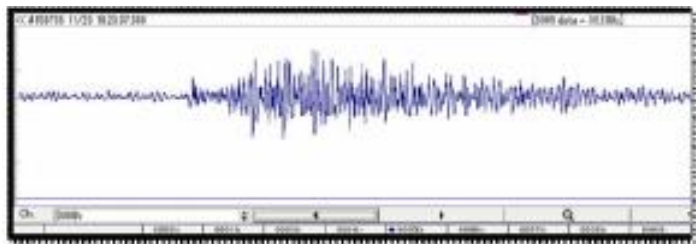
Gempa vulkanik (gunungapi) yaitu gempa yang terjadi karena adanya aktivitas gunungapi baik berupa gerakan magma yang menuju ke permukaan maupun letusan atau hembusan gas yang dikeluarkan dari tubuh gunungapi.

Kegempaan gunungapi awalnya dicetuskan oleh ahli seismologi Jepang, Fusakichi Omori yang menginvestigasi sinyal seismik pada erupsi Gunung Ususan dan Asama pada tahun 1910 dan Gunung Sakurajima pada tahun 1914. Omori mendefinisikan gempa vulkanik sebagai gangguan seismik karena adanya aktivitas secara langsung dari gaya yang bekerja pada suatu gunungapi baik gunungapi yang sedangkan aktif, dorman, ataupun sudah mati. Seiring berkembangnya pemikiran dan teknologi, pengamatan seismik di Gunung Asama

terus berlangsung dan dikembangkan oleh Takeshi Minakami. Dari pengamatan Gunungapi Asama tersebut, Minakami membuat klasifikasi gempa vulkanik menjadi empat tipe, yaitu gempa VTA, gempa VTB, gempa tremor, dan gempa letusan. Minakami menyatakan bahwa munculnya gempa VTB menjadi kriteria akan terjadinya letusan. Berikut merupakan penjelasan mengenai klasifikasi gempa vulkanik menurut Minakami :

1. Gempa Vulkanik Dalam (Tipe A (VA))

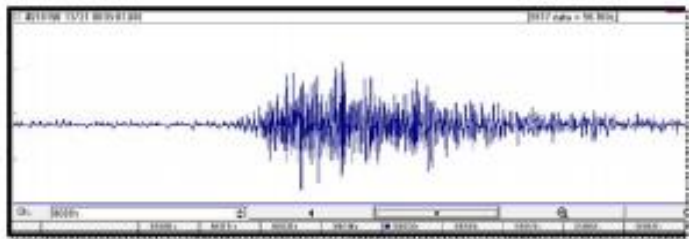
Sumber dari tipe gempa ini terletak di bawah gunungapi pada kedalaman 1 sampai 20 km, biasanya muncul pada gunungapi yang aktif. Gempa tipe A dapat disebabkan oleh adanya magma yang naik ke permukaan yang disertai rekahan-rekahan. Ciri utama dari gempa tipe A ini adalah selisih waktu tiba gelombang Primer (P) dan gelombang Sekunder (S) sampai 5 detik dan berdasarkan sifat fisisnya, gempa ini bentuknya mirip dengan gempa tektonik. Berdasarkan asal gempanya, gempa gunungapi tipe ini terdiri dari 2 macam, yang pertama yaitu gempa yang disebabkan oleh tekanan dari bawah ke atas pada saat sebelum terjadi letusan dan yang kedua adalah gempa yang terjadi karena adanya penurunan tekanan sesudah letusan berlangsung. Kedua gempa ini dibedakan dari gerakan awalnya (Triastuty, 1996).



Gambar II.9 Gempa vulkanik tipe A

2. Gempa Vulkanik Dangkal (Tipe B(VB))

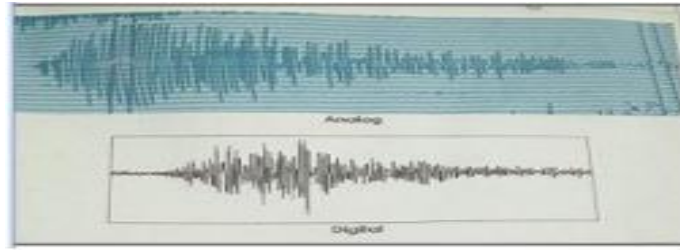
Sumber gempa vulkanik tipe B diperkirakan kurang dari 1 km dari kawah gunungapi yang aktif. Gerakan awalnya cukup jelas dengan waktu tiba gelombang S yang tidak jelas dan mempunyai nilai magnitudo yang kecil. Selisih waktu tiba gelombang P dan gelombang S kurang dari 0-4 detik. Dalam pelaksanaannya, untuk membedakan gempa vulkanik dangkal dan dalam dibedakan dari bisa dibacanya waktu tiba gelombang S. Bila waktu tiba gelombang S tidak dapat dibaca dikategorikan sebagai gempa vulkanik dangkal dan bila dapat dibaca (walau di bawah 1 s) dikategorikan ke dalam gempa vulkanik dalam. Gempa tipe ini seringkali dijumpai pada gunungapi yang mempunyai letusan tipe vulkano (Triastuty, 1996)



Gambar II.10 Gempa vulkanik tipe B

3. Gempa letusan

Gempa letusan disebabkan oleh terjadinya letusan yang bersifat eksplosif. Berdasarkan hasil pengamatan seismik sampai saat ini dapat dikatakan bahwa gerakan pertama dari gempa letusan adalah push-up atau gerakan ke atas. Dengan kata lain, gempa letusan ditimbulkan oleh mekanisme sebuah sumber tunggal yang positif.

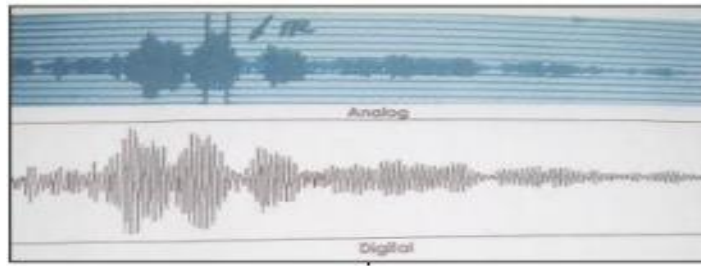


Gambar II.11 Contoh gempa letusan (Febriana, 2013).

4. Gempa Tremor

Gempa tremor merupakan gempa yang menerus terjadi di sekitar gunungapi, Gempa tremor tidak dapat dibedakan waktu tiba gelombang P dan gelombang S. Ini juga akibat terjadinya resonansi di dalam konduit magma yang menyebabkan tekanan naik di saat aliran fluida meningkat menuju permukaan. Perbedaan pada gempa tremor ini adalah durasi gempayang terjadi, dimana pada gempa ini memiliki durasi yang lebih lama. Energi spektral gempaini umumnya terdistribusi di frekuensi rendah, namun dalam beberapa kasus dapat terdistribusi di satu frekuensi yang tajam (monokromatik) maupun di rentang frekuensi yang luas. Bentuk gelombang dari gempa ini memiliki amplitudo yang tidak beraturan terhadap waktu. Dalam jumlah yang signifikan, selanjutnya dapat terjadi letusan ataupun hembusan. Jenis gempa ini dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

- a. Tremor Harmonik, getaran yang menerus secara sinusoidal. Kedalaman sumber gempa diperkirakan antara 5–15 km.
- b. Tremor Spasmodik, getaran terus menerus tetapi tidak beraturan. Sumber gempa bumi diperkirakan mempunyai kedalaman antara 45-60 km



Gambar II.12 gempa tremor harmonik (Febriana, 2013).

II.3.3 Gempa Runtuhan

Gempabumi runtuh jarang sekali terdapat dan hanya merupakan 3% dari jumlah seluruh gempabumi. Gejala ini terdapat di daerah–daerah yang terdapat reruntuhan dalam tanah seperti di daerah kapur atau daerah pertambangan. Sebagaimana diketahui batuan kapur itu dapat dilarutkan oleh air sehingga akan terjadi liang, gua, di dalam tanah yang menyebabkan runtuhnya bagian atas daerah ini.

II.4 Gunungapi

Gunungapi (volcanoes) adalah kepundan atau rekahan dalam kerak bumi tempat keluarnya cairan magma atau gas atau cairan lainnya ke permukaan bumi. Material yang di erupsikan ke permukaan bumi umumnya membentuk kerucut terpancung, Dapat diartikan sebagai jenis atau kegiatan magma yang sedang berlangsung, Atau merupakan tempat munculnya batuan leleran dan rempah lepas gunungapi yang berasal dari dalam bumi (Djumarwan, 1993).

II.4.1 Bentuk Gunungapi

Berdasarkan Bentuk gunungapi di bedakan menjadi beberapa jenis (Bronto, 1982) sebagai berikiut :

a. Gunung berapi kerucut atau gunung berapi strato (*Stratovolcano*)

Tersusun dari batuan hasil letusan dengan tipe letusan berubah – ubah sehingga dapat menghasilkan susunan yang berlapis – lapis dari beberapa jenis batuan, sehingga membentuk suatu kerucut besar (raksasa), kadang–kadang bentuknya tidak beraturan, karena letusan terjadi sudah beberapa ratus kali. Gunungapi Gamalama merupakan gunungapi dengan bentuk jenis ini.

b. Gunung berapi perisai (*Shieldvolcano*)

Tersusun dari batuan aliran lava yang pada saat diendapkan masih cair, sehingga tidak sempat membentuk suatu kerucut yang tinggi (curam), bentuknya akan berlereng landai, dan susunannya terdiri dari batuan yang bersifat basaltik. Contohnya gunung berapi di kepulauan Hawaii.

c. Cinder Cone

Merupakan gunung berapi yang abu dan pecahan kecil batuan vulkanik menyebar di sekeliling gunung. Sebagian besar gunung jenis ini membentuk mangkuk di puncaknya. Jarang yang tingginya diatas 500 meter dari tanah di sekitarnya.

d. Kaldera

Gunung berapi jenis ini terbentuk dari ledakan yang sangat kuat yang melempar ujung atas gunung sehingga membentuk cekungan. Gunung Bromo merupakan jenis ini.

II.4.2 Tipe Letusan Gunungapi

Berdasarkan frekuensi dan durasi tipe gunungapi dapat diklasifikasikan (Bronto, 1982) sebagai berikut :

1. Tipe A, adalah tipe dengan frekuensi lebih dari 10 Hz dan durasi dalam orde jam. Tercatat pernah mengalami erupsi magmatik sekurang-kurangnya satu kali sesudah tahun 1600. Gunungapi Gamalama termasuk gunungapi tipe A karena sudah tercatat mengalami erupsi sejak tahun 1538.
2. Tipe B, adalah tipe dengan frekuensi kurang dari 10 Hz dan durasi dalam orde menit. Sesudah tahun 1600 belum tercatat lagi mengadakan erupsi magmatik namun masih memperlihatkan gejala kegiatan vulkanik seperti kegiatan [solfatara](#).
3. Tipe C, Tremor Harmonik, yaitu tremor yang kandungan frekuensinya kurang dari 10 Hz dan berdurasi dalam orde jam. Sejarah erupsinya tidak diketahui dalam catatan manusia, namun masih terdapat tanda-tanda kegiatan masa lampau berupa lapangan solfatara/[fumarola](#) pada tingkah lemah.

II.5 Sejarah Letusan gunungapi Gamalama

Letusan Gunungapi Gamalama pada umumnya berlangsung di Kawah Utama dan hampir selalu magmatik eksplosif. Kecuali letusan yang terjadi dalam tahun 1907 yang berlokasi di lereng timur (letusan samping) dan menghasilkan magmatik efusif berupa leleran lava (Batu Angus) hingga mencapai ke pantai dan pada tahun 1774 dimana terjadi letusan freatik. Letusan 1980 juga menghasilkan Kawah

Baru, lokasinya sekitar 175 meter ke arah timur dari Kawah Utama (Bronto, 1982).

Sejarah letusan Gunungapi Gamalama menunjukkan interval letusan yang berkisar antara 1-50 tahun. Karakter letusan umumnya bersifat magmatik, namun pada tahun 1774 terjadi letusan phreatik yang merupakan letusan samping dan menimbulkan korban jiwa. Letusan tahun 1907 ditandai dengan adanya aliran lava Gunungapi Gamalama yang mencapai pantai timur laut Pulau Ternate yaitu di daerah Batu Angus. Sejak tahun 1990 letusan Gunungapi Gamalama terjadi lebih intensif dengan interval letusan sekitar 1-2 tahun. Letusan magmatik terjadi pada tahun 2003 yang disertai awan panas dan hujan abu, menyebabkan ditutupnya Bandara Udara Ternate. Letusan yang terjadi pada Gunungapi Gamalama bersifat efusif hingga eksplosif. Letusan eksplosif di antaranya ditandai oleh bom vulkanik, lapilli, pasir, abu dan kemungkinan awan panas letusan, sedangkan letusan efusif dicirikan dengan aliran lava (yang membentuk lapisan-lapisan lava atau strato pada tubuh gunungapi).

Pada 5 - 7 September 1775 terbentuk sebuah maar di sekitar Desa Soela Takomi, atau 1,5 km sebelah baratdaya dari Desa Takomi sekarang. Gogarten (1918) menyatakan bahwa terbentuknya lobang yang kemudian dikenal dengan Tolire Jaha (Lobang Besar) tersebut didahului dengan gempa bumi tektonik berskala besar kemudian diikuti letusan freatik yang dahsyat pada 5 September. Letusan berikutnya berlangsung kembali pada 7 September (Bronto, 1982).

II.6 Mekanisme Erupsi Gunung Gamalama

Karakteristik letusan Gunungapi Gamalama pada umumnya merupakan tipe *strombolian* yaitu terdiri dari letusan abu disertai lontaran batu/batu pijar, dan semburan lava pijar. Letusan tipe ini dapat dibandingkan dengan letusan beberapa gunungapi di dunia seperti Stromboli (Italia), Mount Erebus (Antarctica), Paricutin (Mexico), maupun Slamet (Jawa Tengah, Indonesia).

Beberapa catatan yang menunjukkan letusan gunungapi Gamalama yang terkait dengan naiknya aktivitas tektonik sebelumnya, antara lain Letusan 1980 didahului oleh gempa tektonik terasa beberapa hari sebelum. Letusan 1983 juga diawali rentetan gempabumi tektonik kemudian disusul dengan meningkatnya gempa vulkanik. Dominasi tektonik yang berlangsung sejak Oktober 1991 yang berakhir dengan letusan pada Januari 1992. Demikian juga dengan letusan 1993 ditriger dengan gempabumi tektonik berkekuatan 5,8 pada skala Richter. Bahkan terbentuknya *maar* dalam tahun 1775 yang dikenal dengan Tolire Jaha juga didahului gempabumi tektonik (Darno, 2015).

Pada umumnya gempa bumi tektonik berkekuatan >4 skala Richter berpotensi memicu kantong fluida menjadi aktif, menyusul kemudian naiknya jumlah gempabumi vulkanik. Letusan G. Gamalama pada umumnya berlangsung di Kawah Utama dan hampir selalu magmatik. Kecuali letusan yang terjadi dalam tahun 1907 yang mengambil tempat di lereng timur (letusan samping) dan menghasilkan leleran lava (Batu Angus) hingga ke pantai. Letusan 1980 juga menghasilkan Kawah Baru, lokasinya sekitar 175 m ke arah timur dari Kawah

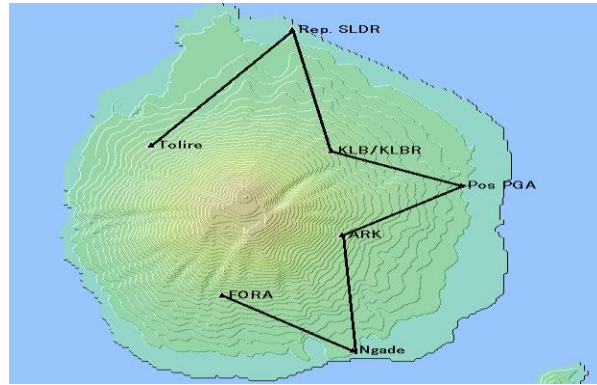
Utama. Tetapi kawah tersebut tertutup kembali oleh material terjadi letusan dalam tahun 1983 dan 1988 (Bronto, 2011).

II.7 Pengamatan Seismik Gunungapi Gamalama

Kegempaan Gunungapi Gamalama dipantau terus menerus dengan alat seismograf sistem telemetri yang direkam secara analog dan digita oleh empat stasiun seismik (kode stasiun: ARK, KLB, TLR, FORA) yang masing-masing terdiri dari satu unit seismometer *short-period LAC single-component* dan dilengkapi oleh perangkat telemetri data. Data seismik stasiun ARK ditelemetri ke Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama dalam bentuk analog (Seismic Drum Recorder PS-2) dan keempat stasiun ini ditelemetri ke dalam bentuk digital (Earthworm System).

Jaringan seismik Gunungapi Gamalama terdapat pada Gambar di bawah ini. Data seismik dari Station Kulaba (KLB) dan Air Kuning (ARK) ditransmisikan langsung ke Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama (POS). Data dari Station Tolire (TLR) di transmisikan ke Repeater Sulamadaha, kemudian dipancarkan ke Station KLB dan dilanjutkan ke POS. Data dari Station FORA di transmisikan ke Repeater Ngade kemudian dipancarkan ke Station ARK dan dilanjutkan ke POS.

Dengan demikian maka data seismik yang sudah diterima di POS dan direkam secara digital berasal dari 4 station seismik yaitu station Air Kuning (ARK), FORA, Kulaba (KLB) dan Tolire (TLR). Perekaman data seismik analog dilakukan dari station seismik ARK.



Gambar II.13 Jaringan Seismik G. Gamalama

Tabel I.1. Posisi stasion seismic G. Gamalama

No	Lokasi	Longituda	Latituda	Elevasi
1.	Pos	00°48'45.5"	127°22'47.6"	68 mdpl
2.	Tolire (TLR)	00°49'29.40"	127° 18'44.90"	372 mdpl
3.	Sulamadaha (SLDR)	00°51'35.8"	127°20'35.3"	34 mdpl
4.	KLB/KLBR	00°49'22.90"	127°21'05.50"	539 mdpl
5.	Air Kuning (ARK)	00°47'51.50"	127°21'13.99"	618 mdpl
6.	Fora2	00°46'45.08"	127°19'40.04"	522 mdpl
7.	Sta. Repeater Moti	00°27'03.7"	127°25'45.0"	276 mdpl
8.	Ngade	00°45'45.55"	127°21'22.05"	503 mdpl

Dengan tersedianya 4 stasiun seismik maka metoda analisis yang dapat dilakukan di antaranya adalah: (a) Analisis kegempaan, (b) Analisis RSAM (*real-time seismic amplitude measurement*).

a. Kegempaan

Berdasarkan proses sumbernya, secara umum kegempaan yang terekam di Gunungapi Gamalama dapat dibagi menjadi 2 grup: (Grup 1) Gempa yang diakibatkan oleh peretakan batuan/getas/*brittle-failure* (Vulkanik Dangkal [VB], Vulkanik Dalam [VA], Tektonik Lokal [TL], dan Tektonik Jauh [TJ]), dan (Grup 2) Gempa yang diakibatkan oleh pergerakan/aliran fluida (gas, air, uap air) yang

melewati leher magma/*conduit*/kerak menuju ke permukaan (Tremor Harmonik dan *long-period/tornillo/low-frequency*) (Syahbana et al., 2014). Dalam kondisi dimana tekanan fluida di dalam leher magma/*conduit*/kerak sudah melebihi batas ambang (*threshold*) batuan penutup (*lava plug*), maka magma dapat terfragmentasi dan keluar ke permukaan dalam bentuk hembusan atau letusan.

b. RSAM (Real Time Seismic Amplitude Measurement)

RSAM (*Real Time seismic Amplitude Measurement*) merupakan suatu besaran amplitud yang menggambarkan suatu besarnya energi yang tergambar dari rekaman data seismik. RSAM ini digunakan dalam hal monitoring kegempaan kegunungpian yang dapat dilihat dari perubahan amplitud yang terjadi.

Magnitudo pertama kali didefinisikan oleh Richter pada tahun di California Selatan yang direkam pada jarak 100 km dengan menggunakan Wood-Anderson Torsion Seismometer, dan didefinisikan sebagai:

$$M = \log A - \log A_0 \dots \dots \dots (II.4)$$

Dengan : A : amplitud maksimum yang terekam dari gempa bumi

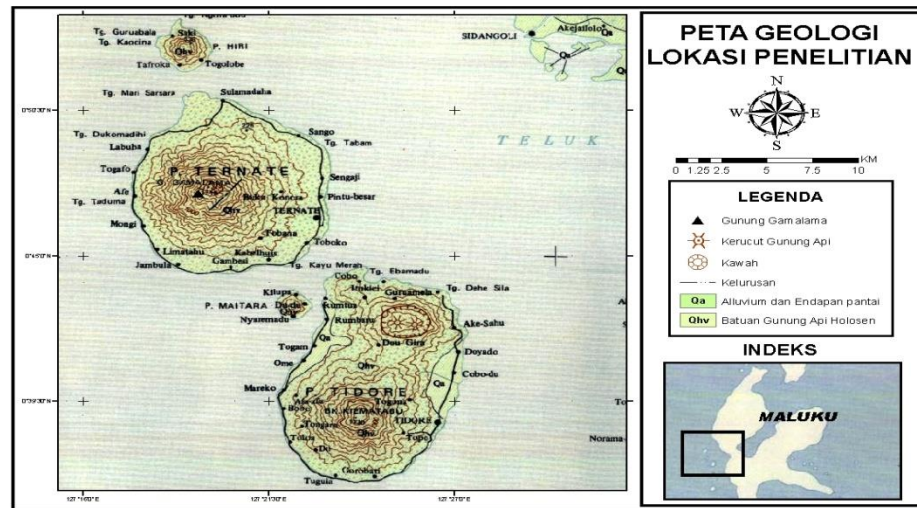
A₀ : amplitud maksimum gempa bumi yang digunakan sebagai acuan.

M biasa didefinisikan sebagai magnitudo lokal (Santoso, 2002)

Untuk memonitoring aktivitas gunungapi digunakan RSAM sebagai pendekatan pelepasan energi seismik yang dihitung secara terus menerus. Metode monitoring RSAM ini mengukur seluruh gempa yang tercatat pada suatu stasiun seismik tanpa membedakan jenis gempa. Metode ini mencerminkan energi total per satuan waktu sampling yang dilepaskan oleh gunungapi. Sehingga besar kecilnya

nilai RSAM tergantung dengan besar kecilnya gempa yang tercatat pada suatu stasiun tersebut (syahbana, 2013).

II.8 Geologi Regional



Gambar II.14 Peta Geologi Maluku Utara Ternate

Peran tektonik dipisahkan dengan kegiatan vulkanik, terutama gunungapi yang berada dekat dengan zona penunjaman. Gunungapi Gamalama yang tumbuh di dalam zona penunjaman di Celah Sangir - Halmahera selalu terusik dengan aktifitas tektonik yang ramai di dalam celah tersebut. Tidak seelalu hanya meletus, tetapi paling tidak dapat mengusik stabilitas kantong fluida dibawah kerucut gunungapi (Bronto, 1982).

Gunungapi Gamalamatumbuh dalam suatu zona graben dengan arah relatif baratlaut-tenggara. Keberadaan Maar Tolire Besar dan Tolire Kecil yang merupakan danau yang terbentuk sebagai hasil dari erupsi samping dikontrol oleh suatu kelurusan struktur yang memotong puncak Gunungapi Gamalama dan Maar Tolire dengan arah relatif baratlaut-tenggara. Lava Gunungapi Gamalama pada umumnya berjenis basaltis - andesitis, lava tersebut berbutir sedang, porfiritik

dengan fenokris dari plagioklas, piroksen, olivin, dan mineral gelap (*mafic mineral*) dalam masa dasar mikrolit plagioklas dan gelas yang terkadang terdapat vesikuler antara 3 – 35%.

Wilayah ini diperkirakan sebagai daerah pertemuan antara beberapa lempeng diantaranya Lempeng Pasifik, Eurasia, dan Australia serta lempeng kecil yang lainnya. Pulau Ternate yang dibentuk oleh Gunungapi Gamalama mengambil tempat di atas jalur penunjaman (*subduction zone*) yang miring ke timur dengan sudut yang kecil. Topografi wilayah Ternate sebagian besar daerah pengunungan dan berbukit, dengan kondisi geologi terdiri dari pulau vulkanik dan pulau karang yaitu secara geologi terdiri dari jenis tanah lempung berpasir dengan batuan vulkanis (Bronto, 1982).

Batuan yang menyusun Pulau Ternate atau gunung Gamalama terdiri dari 3 generasi, masing-masing Gamalama Tua yang sisanya ditemukan di bagian tenggara dan selatan. Puncaknya memanjang dari timurlaut ke baratdaya dan dikenal dengan Bukit Melayu atau Gunung Kekau. Relatif topografi umumnya kasar. Dipermukaan tampak rangkaian perbukitan dengan lereng yang curam dan dalam. Generasi berikutnya adalah Gamalama Dewasa yang sisa tubuhnya mengambil tempat di bagian barat Pulau Ternate. Puncaknya membujur dari barat ke timur dan dikenal dengan Bukit keramat atau bukit Medinah. Generasi terakhir adalah Gamalama Muda ditemukan di bagian utara. Puncaknya saat ini adalah pusat lerusan yang dikenal dengan Bukit Arafah atau Piek van Ternate, saat ini puncak Gunung Gamalama (Bronto, 1982).

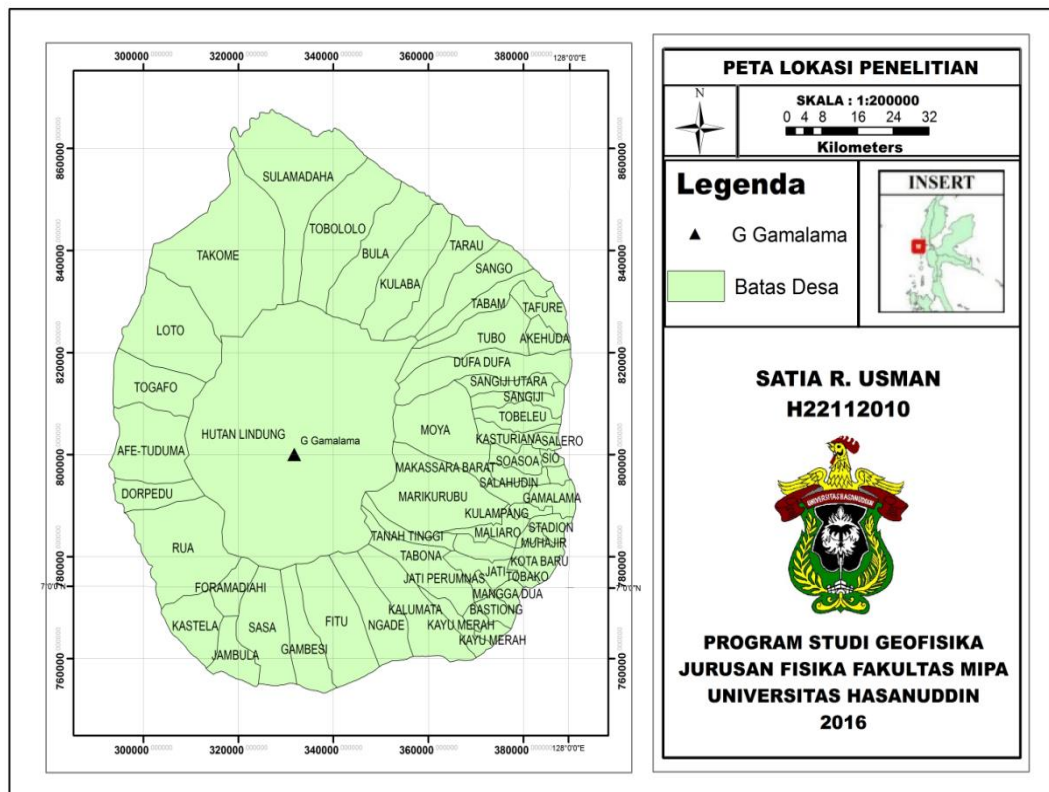
Berdasarkan Singkapan batuan ultrabasa dan batuan berumur kapur yaitu Formasi Dodaga, dan batuan berumur Paleosen-Eosen yaitu Formasi Dorosagu yang tersebar cukup luas di mandala Halmahera Timur. Batuan sedimen terendapkan di lingkungan laut dalam hingga dangkal diatas batuan dasar ultrabasa. Setelah terjadi hiatus sejak Eosen akhir hingga awal Oligosen terbentuklah kegiatan gunungapi yang menghasilkan produk vulkanik Formasi Bacan. Sementara itu di tempat lain terbentuk pula batuan karbonat yaitu batugamping klastik, napal, dan batupasir gampingan dari Formasi Tutuli. Setelah terjadi hiatus pada Miosen Bawah bagian atas, terbentuklah cekungan luas yang berpusat di bagian tengah dan selatan Pulau Halmahera yang terisi batulempung, napal, dan batugamping, dan konglomerat dari Formasi Weda. Pada Miosen akhir terbentuk batuan karbonat dari Formasi Tingteng (Bronto, 1982).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian

Daerah yang dijadikan lokasi penelitian adalah Wilayah Pulau Ternate, dengan Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama yang terletak di Kelurahan Sangaji Utara Kecamatan Kota Ternate Utara. Pulau – pulau dalam kota Ternate terletak dalam lingkup yang bergerak melalui kepulauan Filipina, Sangihe Talaud dan minahasa dan dilengkapi lengkung Sulawesi dan pulau sangihe yang berwatak vulkanik. Secara geografis terletak antara 3° LU dan 3° LS serta 124° – 129° BT. ketinggian puncak sekitar 1715 mdpl. Peta lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar berikut



Gambar III.1 Peta Lokasi Penelitian (modifikasi peta administrasi)

III.2 Bahan Penelitian

III.2.1 Data Penelitian

1. Data sejarah meletusnya Gunungapi Gamalama Ternate. Sumber: *Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama Ternate Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi*.
2. Data Kegempaan Gunungapi Gamalama Ternate Propinsi Maluku Utara periode Januari – Desember 2015, Sumber: *Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama Ternate Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi*.

III.2.2 Penunjang

1. Peta Administrasi Kota Ternate – Maluku Utara. Sumber : *Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama Ternate Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi*.
2. Peta Kawasan Rawan Bencana Gunungapi Gamalama Ternate. Sumber : *Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama Ternate Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi*.
3. Peta Geologi Gunungapi Gamalama Ternate. Sumber : *Direktorat Vulkanik Bandung*.

III.3. Metode Pengolahan Data

Data diperoleh dari Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama Ternate Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Data yang digunakan ialah data sekunder dari gempa harian gunungapi Gamalama periode tahun 2015 yang

terdiri dari Gempa Tektonik Jauh (TEJ), Gempa Tektonik Terasa (TRS), Gempa Teleseismik (TJ), Gempa Tektonik Lokal (TEL), Gempa Vulkanik Dalam (VA), Gempa Vulkanik Dangkal (VB), Gempa Hembusan, Gempa Tremor Harmonik (HRM), Gempa Tremor Hembusan yang diamati secara kontinyu oleh empat stasiun seismik (kode stasiun: ARK, KLB, TLR, FORA) yang masing-masing terdiri dari satu unit seismometer *short – period LAC single – component*.

Penentuan jenis gempa didasarkan pada beberapa hal diantaranya bentuk gelombang gempa (*waveform*) dan kandungan frekuensi. Gempa Vulkanik dan Tektonik selain dibedakan oleh kedua hal tersebut diatas, juga dibedakan oleh perbedaan waktu tiba Gelombang P dan S (S-P). Gempa Vulkanik Dangkal (VB) mempunyai nilai S-P ≤ 0.5 detik, nilai S-P Gempa Vulkanik Dalam (VA) adalah 0.5 – 4 detik, nilai S-P Gempa Tektonik Lokal (TEL) berkisar pada 4 – 10 detik dan untuk S-P > 10 detik dimasukkan ke Gempa Tektonik Jauh (TEJ)

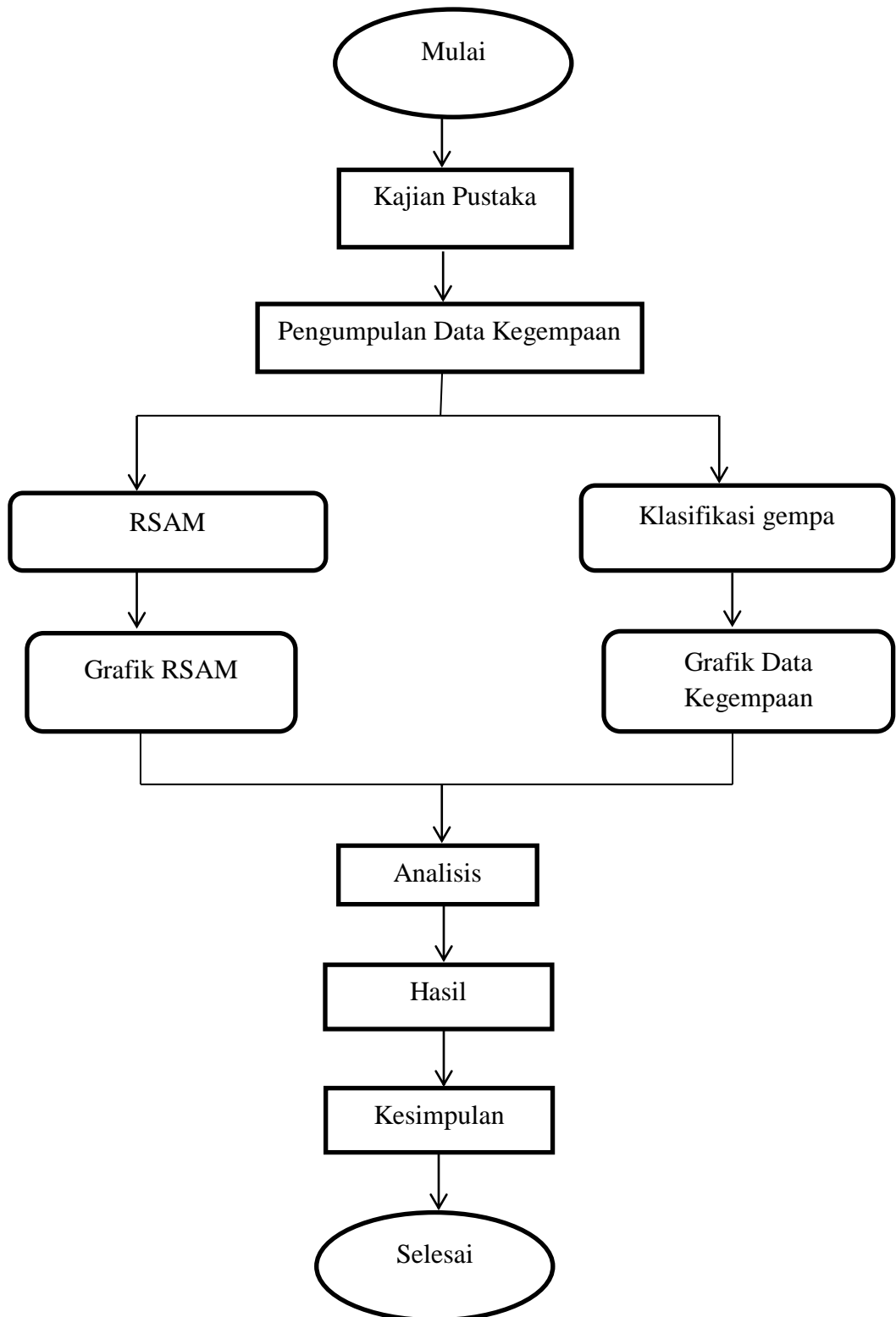
Pada data analog nilai amplitudo diperoleh dengan melakukan pengukuran penggaris (pengukuran secara manual pengukuran dilakukan diatas seismogram/kertas seismograf analog). Nilai amplitudo merupakan nilai terbesar pada suatu getaran gempa dalam milimeter. data pengukuran tersebut berupa data kegempaan yang kemudian di masukan kedalam Mikrosoft Excel Xp untuk diolah dalam aplikasi MAGMA_CAT 1.0.beta yang menghasilkan grafik data kegempaan, sedangkan pada data digital nilai amplitudo didapatkan dengan meratakan nilai yang tercatat sepanjang harinya. Data digital bersifat pada waktu. Masukan data diatur setiap 10 menit. Untuk mempermudah pembuatan grafik analisis maka setiap 60 menit (7 data) diambil rataannya. Untuk RSAM (*Real Time Seismic*

Amplitude Measurement) data yang digunakan yaitu data Analog dengan format SEISAN yang nantinya akan diubah dengan format MSEED dengan menggunakan perangkat lunak PYTHON yang menghasilkan grafik RSAM. Selanjutnya dapat diklasifikasikan kedalam beberapa jenis gempa-gempa yang terdeteksi di Gunungapi Gamalama.

III.3.1 Metode Analisis Data

Lakukan analisis pada grafik data kegempaan dan grafik RSAM (*Real Time Seismic Amplitude Measurement*) gunungapi Gamalama Ternate. Hal ini digunakan untuk memprediksi terjadinya letusan ataupun hembusan maupun bentuk manifestasi hasil data yang di peroleh dilakukan analisis data kekempaan dan analisis RSAM yang menunjukkan ketinggian amplitudo yang terjadi selama periode gempa yang berlangsung. Tujuannya sama sama untuk mengestimasi dinamika aktivitas gunungapi. Grafik yang menunjukkan naik artinya energi vulkaniknya naik, sedangkan grafiknya naik hanya sebentar mungkin faktor transien dan kadang bukan vulkanik misal tektonik,

III.4 Bagan Alir Penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Hasil

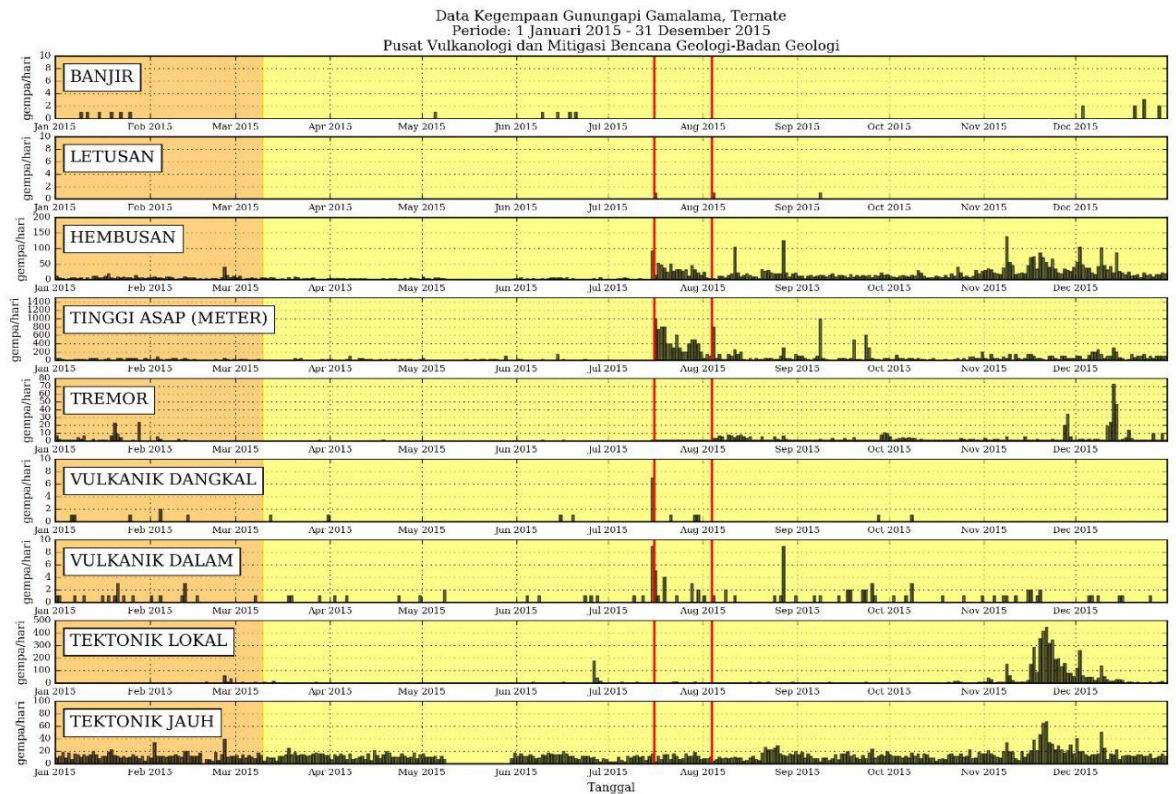
IV.1.1 Grafik Data Kegempaan Gunung Gamalama Periode 2015

Data gempa harian gunungapi Gamalama periode tahun 2015 yang terdiri dari Gempa Tektonik Jauh (TEJ), Gempa Tektonik Terasa (TRS), Gempa Teleseismik (TS), Gempa Tektonik Lokal (TEL), Gempa Vulkanik Dalam (VA), Gempa Vulkanik Dangkal(VB), Gempa Hembusan (HBS, Gempa Tremor Harmonik (HRM), Gempa Tremor Hembusan (TR.HBS). Data tersebut disajikan dalam tabel berikut ini.

Tabel IV.1 Data Gempa Gunungapi Gamalama Periode 2015

Bulan	Jenis Gempa											jumlah
	TEJ	TS	TEL	TRS	VTA	VTB	HBS	TRH	TR.HBS	GTB	LTS	
Januari	370	4	20	2	12	3	205	92	8	6	0	722
Februari	371	1	134	1	7	4	192	10	0	0	0	720
Maret	403	5	64	4	4	2	122	1	0	0	0	605
April	349	6	25	1	4	0	82	1	0	0	0	468
Mei	104	3	10	1	2	0	37	0	0	1	0	158
Juni	335	7	276	3	5	2	88	2	0	4	0	723
Juli	293	0	63	3	27	10	612	0	16	0	1	1026
Agustus	380	1	51	2	17	0	666	66	31	0	1	1216
September	353	2	41	1	15	1	372	34	30	1	1	853
Oktober	367	2	78	2	8	1	432	25	31	0	0	946
November	705	4	3638	42	11	0	1260	70	30	0	0	5760
Desember	479	4	1005	5	6	0	990	201	31	9	0	2730
Jumlah	4509	39	5405	67	118	23	5058	502	177	21	3	15927

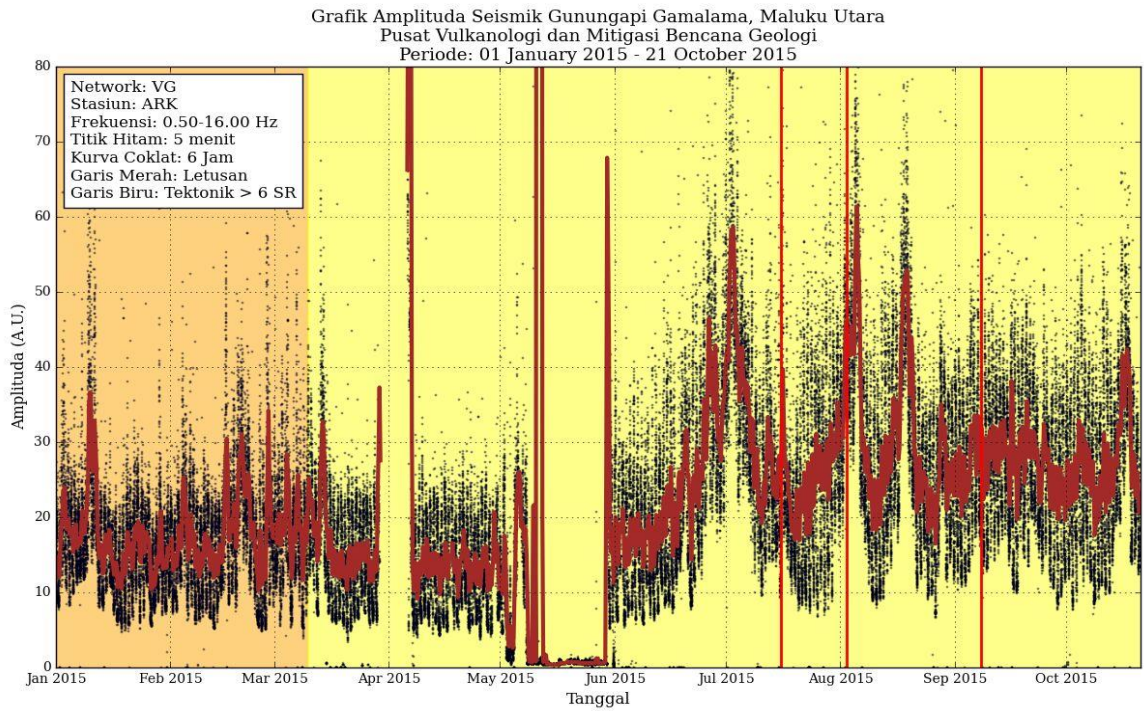
Data yang telah disajikan tersebut lalu ditampilkan dalam bentuk grafik. Hal ini dimaksudkan untuk membandingkan jenis gempa yang terjadi tiap bulannya.



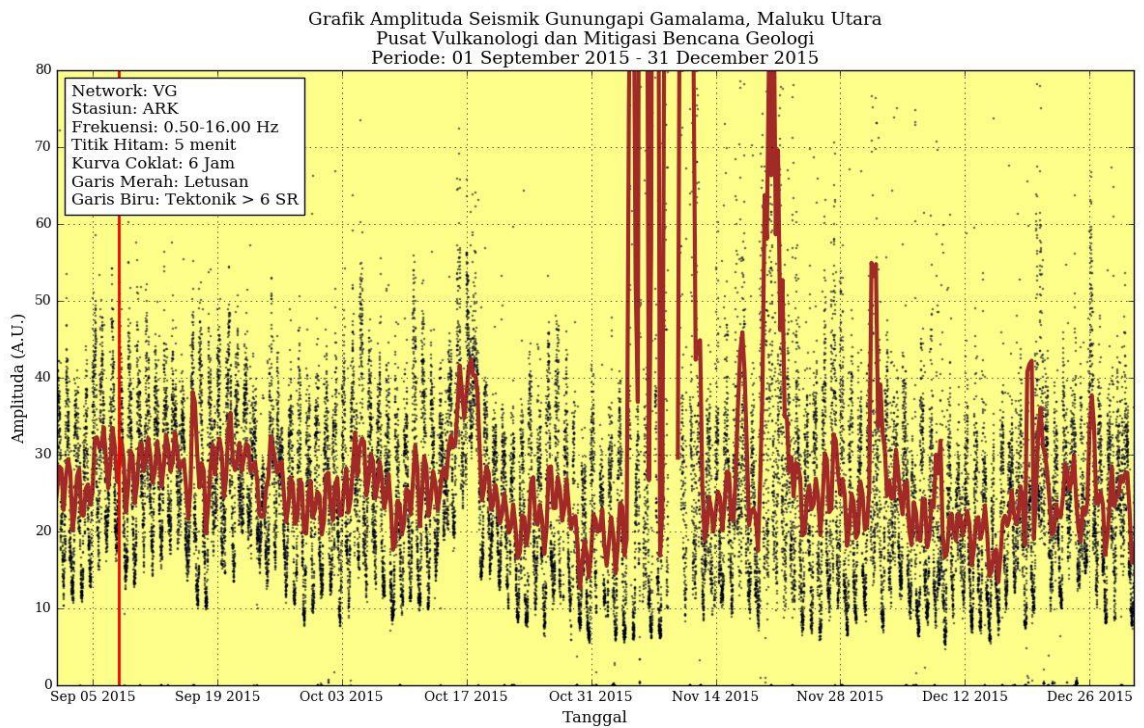
Gambar IV.1 Grafik Data Kegempaan Gunungapi Gamalama periode 2015

IV.1.2 Grafik RSAM(*real-time seismic amplitude measurement*)Gunungapi Gamalama Periode 2015

Untuk memonitoring aktivitas gunungapi digunakan RSAM sebagai pendekatan pelepasan energi seismik yang dihitung secara terus menerus. Metode monitoring RSAM ini mengukur seluruh gempa yang tercatat pada suatu stasiun seismik tanpa membedakan jenis gempa. Metode ini mencerminkan energi total per satuan waktu sampling yang dilepaskan oleh gunungapi. Sehingga besar kecilnya nilai RSAM tergantung dengan besar kecilnya gempa yang tercatat pada suatu stasiun tersebut. Bentuk RSAM (*real-time seismic amplitude measurement*) yang terrekam pada periode 2015 sebagai berikut.



Gambar IV.2 Amplitudo Seismik Gunungapi Gamalama Periode Januari - Oktober 2015

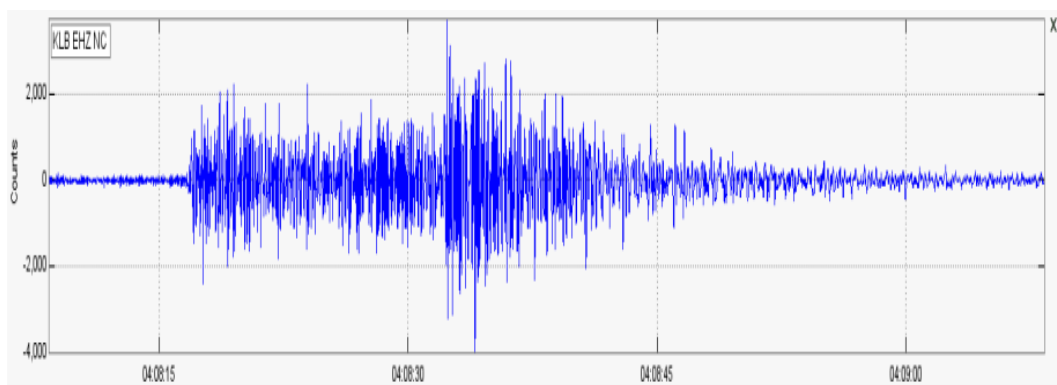


Gambar IV. 3 Amplitudo Seismik Gunungapi Gamalama Periode September - Desember 2015

IV.1.3 Klasifikasi Gempa yang Terdeteksi

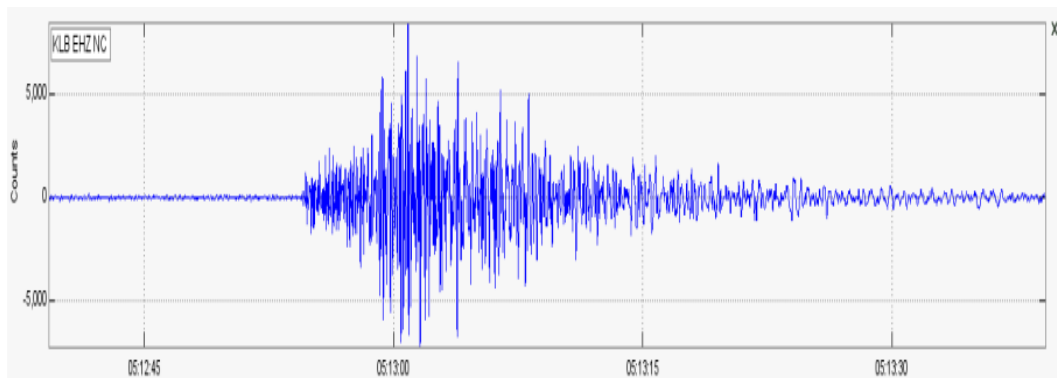
Gempa yang terjadi di gunung Gamalama ada beberapa yakni diantaranya :

Gempa tektonik jauh dapat dikenali dari bentuk gelombang datang P dan S yang memiliki waktu interval 5 detik. Gempa tektonik jauh ini dapat diakibatkan karena proses peretakan batuan di zona subduksi, patahan di darat dan sebagainya.



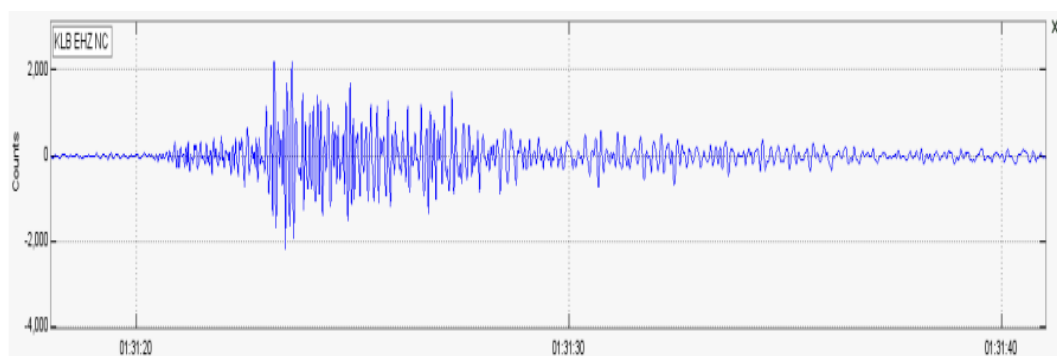
Gambar IV.4Tektonik jauh

Gempa tektonik lokal dapat dikenali waktu tiba gelombang P dan gelombang S yang memiliki waktu interval 4-10 detik. Gempa tektonik lokal ini terjadi akibat adanya proses peretakan batuan dibawah permukaan sekitar gunung Gamalama tersebut.



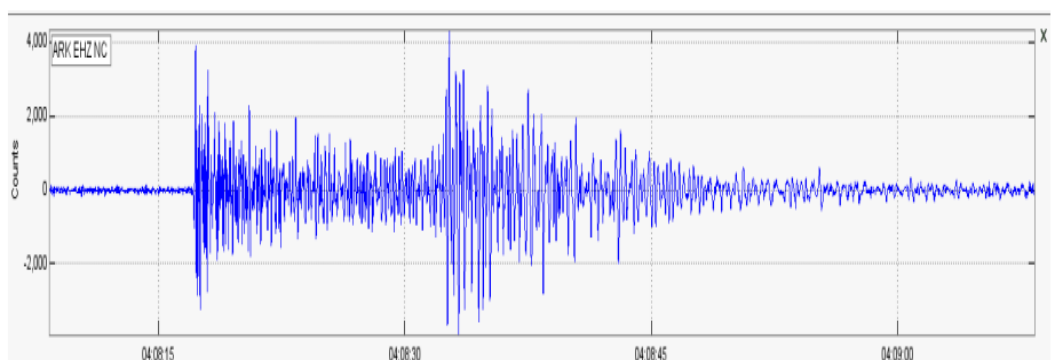
Gambar IV.5Tektonik lokal

Gempa vulkanik dalam dapat dikenali waktu tiba gelombang P dan gelombang S dengan waktu interval 0-4 detik. Gempa vulkanik dalam ini terjadi akibat adanya tekanan magma yang naik ke permukaan sehingga menyebabkan terjadinya peretakan batuan di dalam gunungapi. Hal ini merupakan suatu merupakan suatu indikator dapat terjadinya gempa hembusan ataupun letusan yang akan terjadi dipermukaan gunungapi.



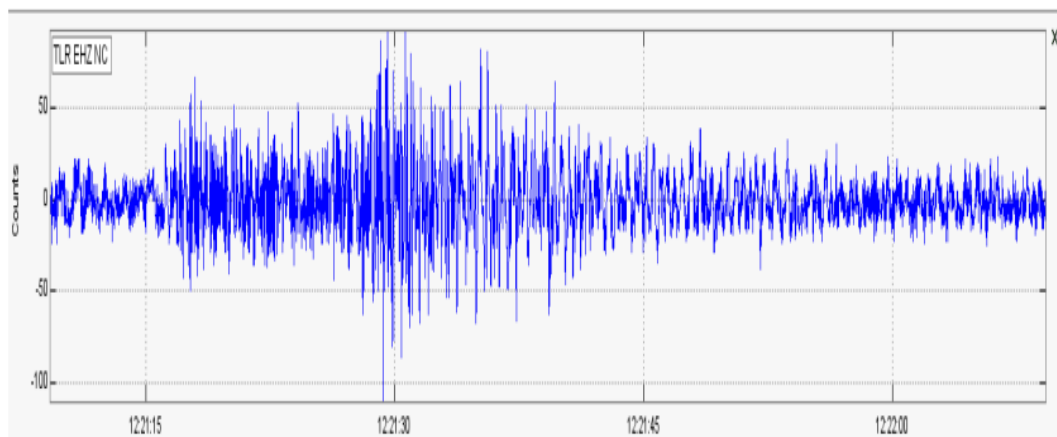
Gambar IV.6 Tektonik dalam

Gempa vulkanik dangkal tidak dapat dibedakan waktu tiba gelombang P dan gelombang S. Gempa vulkanik dangkal ini terjadi akibat adanya retakan yang terjadi dipermukaan ataupun disekitar gunungapi. Hal ini diakibatkan tekanan magma yang akan muncul ke permukaan dan ini menjadi indikator terjadinya gempa letusan maupun gempa hembusan.



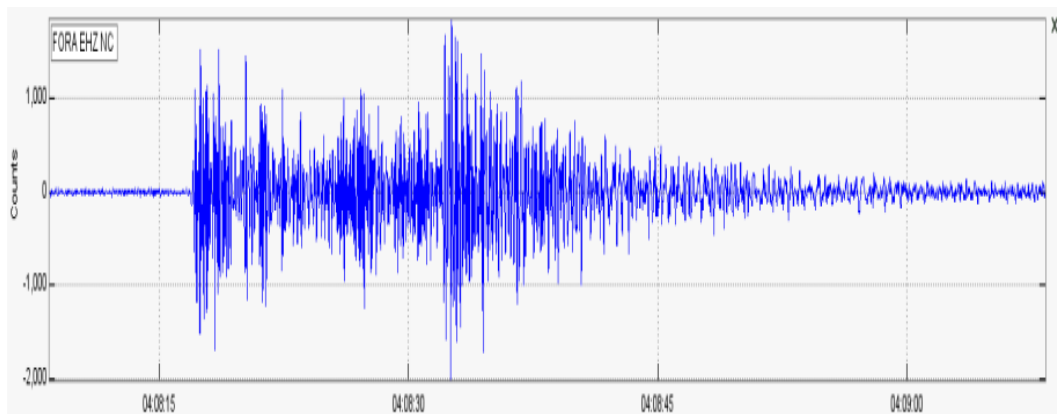
Gambar IV.7 Tektonik dangkal

Gempa tremor dapat dibedakan waktu tiba gelombang P dan gelombang S. Ini juga akibat terjadinya resonansi di dalam konduit magma yang menyebabkan tekanan naik di saat aliran fluida meningkat menuju permukaan. Perbedaan pada gempa tremor ini adalah durasi gempa yang terjadi, dimana pada gempa ini memiliki durasi yang lebih lama. Bentuk gelombang dari gempa ini memiliki amplitudo yang tidak beraturan terhadap waktu. Dalam jumlah yang signifikan, selanjutnya dapat terjadi letusan ataupun hembusan.



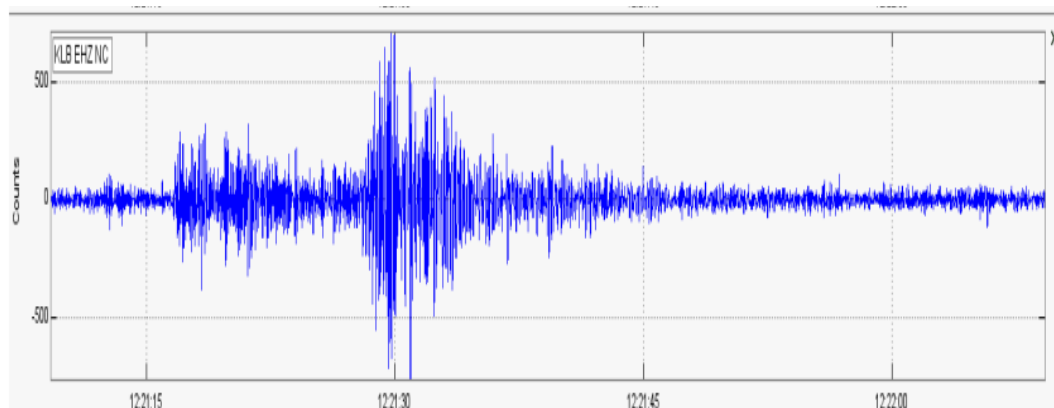
Gambar IV.8 Gempa Tremor

Gempa hembusan tidak dapat dibedakan waktu tiba gelombang P dan gelombang S karena sumber gempa di dekat permukaan. Gempa ini disertai manifestasi di permukaan secara langsung berupa keluarnya asap dari kawah. Gempa hembusan ini dapat dikatakan jenis freatik yang memiliki impulsivitas dan energi yang rendah jika dibandingkan dengan gempa letusan. Pada gempa ini juga memiliki ketinggian asap dan tekanan yang lebih rendah dibandingkan gempa letusan. Dalam kondisi kritis menjelang letusan, umumnya jumlah gempa hembusan meningkat sebelum selanjutnya terjadi gempa letusan.



Gambar IV.9 Hembusan

Gempa letusan merupakan gempa paling dahsyat padagunungapi dan disertaimanifestasi di permukaan secara langsung berupa keluarnya asap serta dapat terjadi lontaranbatuan. Maka gempa ini tidak dapat dibedakan waktu tiba gelombangP dan S.Gempa letusan ini merupakan jenis freaktomagmatik yang umumnya disertai dengan keluarnya magma,dimana memiliki impulsitivitas dan energi yang tinggi jika dibandingkan dengan gempahembusan. Pada gempa letusan ini bentuk manifestasinya yang dicirikan dengan memilikiketinggian asap dan tekanan yang cukup tinggi dibandingkan gempa hembusan.



Gambar IV.10 Letusan.

IV.2 Pembahasan

IV.2.1 Analisis Grafik Data Kegempaan Gunungapi Gamalama periode 2015

Berdasarkan data tabel IV.1 kegempaan pada gunungapi Gamalama, diketahui jumlah gempa pada periode 1 Januari- 31 Desember 2015 sebanyak 15927 kejadian. Data tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik IV.1 Dari grafik tersebut diketahui bahwa pada periode ini didominasi oleh gempa tektonik jauh dan diikuti oleh gempa vulkanik dalam, vulkanik dangkal dan hembusan. Peningkatan Kegempaan Tremor hembusan menerus dengan amplitudo 2–6 mm terjadi pada tanggal 15 Juli 2015 ini dikarenakan akibat terjadinya resonansi di dalam konduit magma yang menyebabkan tekanan naik di saat aliran fluida meningkat menuju permukaan., menjadi indikator terakhir yang akan terjadinya proses selanjutnya seperti letusan, hembusan, ataupun manifestasi lainnya dipermukaan. Dan pada tanggal 16 Juli 2015 terjadi letusan Tremor hembusan menerus ditandai dengan garis warna merah dengan amplitudo 1–3 mm dominan 1.5 mm Peningkatan Kegempaan khususnya gempa - gempa Vulkanik dan gempa – gempa hembusan masih terjadi secara menerus. Tremor hembusan menerus dengan amplitudo 0.5 – 3 mm dominan 1.5 mm, Letusan pada tanggal 4 Agustus 2015 dan 8 September 2015 merupakan kelanjutan dari letusan 16 Juli 2015. Hal ini diakibatkan tekanan magma yang akan muncul ke permukaan dan ini menjadi indikator terjadinya gempa letusan maupun gempa hembusan. Setelah terjadi letusan gempa yang didominasi oleh gempa tektonik dan hembusan yang terjadi secara tidak teratur. Peningkatan kegempaan terjadi sejak tanggal 8 Nopember 2015 yaitu berupa gempa-gempa tektonik lokal dan gempa-gempa hembusan, sejak 1 Desember 2015

sampai dengan 18 Desember 2015 masih terjadi peningkatan, Peningkatan gempa Tremor Harmonik terjadi pada 11 sampai 18 Desember 2015, kemudian kegempaan cenderung menurun Sampai dengan akhir bulan Desember 2015.

IV.2.2 Analisis Grafik RSAM(*real-time seismic amplitude measurement*) Gunungapi Gamalama Periode 2015

Berdasarkan Pada Gambar IV.3 di atas tercatat nilai RSAM pada periode Januari – April 2015 memiliki nilai amplitudo yang cukup stabil yakni 40 (satuan rata-rata amplitudo). Ini dapat dilihat dari kurva coklat dengan waktu sampling 10 menit. Pada tanggal 2 April 2015 sampai nilai amplitudo mengalami peningkatan secara signifikan mencapai nilai 80 (satuan rata-rata amplitudo). Ini menggambarkan bahwa energi yang dilepaskan saat itu cukup besar setelah ditandai dengan energi yang meningkat secara signifikan sebelumnya. Pada bulan Juni dan Juli 2015 memiliki nilai amplitudo yang cukup tinggi yakni 40 (satuan rata-rata amplitudo) pada tanggal 2 Juli 2015 nilai amplitudo mengalami peningkatan secara signifikan mencapai nilai 60 (satuan rata-rata amplitudo). Kemudian diikuti dengan letusan yang terjadi pada tanggal 16 Juli 2015 dengan nilai amplitudo yang sedikit menurun hingga 30 (satuan rata-rata amplitudo). Ini menggambarkan bahwa energi yang dilepaskan saat itu sedikit menurun pada nilai amplitudo keseluruhan gempa yang tercatat. Pada tanggal 4 Agustus 2015 nilai amplitudo 60 (satuan rata-rata amplitudo) yang diikuti dengan terjadinya letusan. Perhatikan bahwa ada peningkatan Transien yg berujung letusan Agustus 2015 tp peningkatan transien lainnya di bulan Oktober dan November 2015 tidak meletus (gambar IV.3)

Tampilan RSAM ini akan menggambarkan suatu besarnya energi yang tergambar dari besarnya amplitudo. Letusan-letusan umumnya terjadi setelah adanya peningkatan RSAM, biasanya di awal linear namun menjelang letusan menjadi eksponensial (non-linear). Durasi peningkatan sebelum letusan bisa bervariasi dari sangat lama menjadi sangat singkat. Kalau peningkatannya singkat (transier) umumnya eksplosivitas letusannya rendah. Kalau peningkatannya lama (gradual) umumnya eksplosivitas letusannya lebih besar. Grafik RSAM meningkat secara eksponensial sebelum letusannya (letusan ditandai garis merah). Peningkatan sebelum letusan Gamalama itu hanya hitungan jam pada saat itu. Tidak semua peningkatan RSAM berujung letusan terutama untuk peningkatan-peningkatan yang singkat. Pengaruh gempa-gempa tektonik terhadap peningkatan Grafik RSAM.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada RSAM(*realtime seismic amplitude*) sebagai bentuk amplitudo yang menggambarkan energi keseluruhan gempa yang terjadi untuk memonitoring gempa pada di Gunungapi Gamalama. Hasil grafik RSAM,nilai amplitudo meningkat signifikan pada tanggal 2 April dan 16 Juli 2015 yang disusul dengan terjadinya letusan pada tanggal 4 Agustus 2015. Dari keempat stasiun tersebut tercatat nilai amplitudo dari RSAM masing-masing dengan energi sebesar 80 dan 60 (satuan rata-rata amplitudo).
2. Pada klasifikasi gempa di Gunungapi Gamalama selama tahun 2015 terbagi menjadi 7 tipe gempa dari sumber paling jauh hingga terdekat dengan permukaan yakni gempa tektonik jauh, tektonik lokal, vulkanik dangkal, vulkanik dangkal, hembusan, tremor, dan letusan. Pengklasifikasian ini setelah dilakukan analisa *envolve*, Analisis pada Grafik data kegempaan yang terjadi selama tahun 2015 yaitu Tektonik jauh lebih mendominasi sebelum letusan sedangkan peningkatan kegempaan sering terjadi pada gempa lokal, gempa vulkanik dalam dan vulkanik dangkal secara fluktuatif dan meningkat pada saat terjadi letusan dan sesudah letusan. Dan selama

letusan terjadi gempa hembusan lebih mendominasi dan terus terjadi hingga akhir tahun.

V.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya sebaiknya untuk mendapatkan informasi lebih lengkap dari kegiatan Vulkanologi G. Gamalama, dapatdi pasang paling sedikit 6 stasiun pemantauan pada Gunung Gamalama, maka aktivitas dan arah pergerakan magma dapat pula dipantau.

DAFTAR PUSAKA

- Elnashai, S. A. dan Sarno, D.L. 2008. *Fundamental of Earthquake Engineering*. Wiley. Hongkong
- Febriana, Dwi. 2013. *Seleksi, Processing, Dan Interpretasi Sinyal Seismik Gunung Semeru Tanggal 12 Agustus 2009*. Skripsi Jurusan Fisika Universitas Brawijaya, Malang.
- Hidayati, S. 2010. *Pengenalan Seismologi Gunungapi*. Diklat Pelaksana Pemula Pengamat Gunungapi Baru. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Juanita, Retno. 2011. *Gelombang Seismik*. Universitas Negeri Sebelas Maret (UNS). Surakarta.
- Katili, J. A. Marks, P. 1963. *Geologi*. Departemen Urusan Research Nasional. Jakarta.
- Lamane Darno, 2015, *Gamalama Meletus*, Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama. Ternate
- Rusilawati, Cynthia 2012. *Istilah Oseanografi*. http://Rusilawati.blogspot.com/2012/03/istilah_oseanografi.html Diakses: 20 Maret 2016.
- Santoso, DJ. 2002. *Volkanologi dan Eksplorasi Geothermal*. Bandung : Institut Teknologi. Bandung Press.
- Sutikno, Bronto, 2011, *Vulkanologi*, Sekolah Tinggi Teknologi Nasional (STTN) Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sutikno, Bronto, R.D. Hadisantoso, dan J.P. Lockwood, 1982, *Geologi*, diperoleh dari <http://www.vsi.esdm.go.id/gunungapiIndonesia/gamalama/geologi.html> via <http://www.google.com>. Diakses pada tgl 18 Maret 2016.
- Syabhana, D.K., 2013. Seismological study of volcanic activity at Papandayan volcano, West Java, Indonesia. Ph.D. Thesis, Université Libre de Bruxelles, Belgium.

- Syahbana, D.K., Caudron, C., Jousset, P., Lecocq, T., Camelbeeck, T., Bernard, A., Surono, 2014. Fluid dynamics inside a “wet” volcano inferred from the complex frequencies of long-period (LP) events: An example from Papandayan volcano, West Java, Indonesia, during the 2011 seismic unrest. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 280, 76–89. doi:10.1016/j.jvolgeores.2014.05.005
- Triastuty H, *Analisis Fisis Tingkat Kegiatan Gunung Bromo Berdasarkan Spektral Tremor dan Hiposenter Gempa Gunungapi*, Skripsi Jurusan Geofisika dan Meteorologi ITB, 1996.
- Wirakusumah Djumarwma A, 1993, *Vulkanologi Dasar*, Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Yogyakarta.

L

A

M

P

I

R

A

N

Lampiran 1.

**Data sejarah meletusnya
Gunungapi Gamalama Ternate**

Tabel 1. Sejarah Letusan Gunungapi Gamalama (Pos Pengamatan Gunungapi Gamalama Ternate Pusat Vulkanologi Dan Mitigasi Bencana Geologi).

Tahun Letusan	Interval Letusan (thn)	Keterangan
1510 ± 10		Letusan pertama menurut Global Volcanism Program (GVP)
1538	18-38	Letusan pertama yang dikenal
1551	13	Letusan dari Kawah Utama
1552	1	Letusan dari Kawah Utama
1561	9	Letusan samping
1605	44	Letusan dari Kawah Utama
1608	3	Letusan dari Kawah Utama
1635	17	Letusan dari Kawah Utama
1643	8	
1648	5	
1653	5	Letusan efusif, leleran lava
1659	6	Letusan dari Kawah Utama
1673	14	Letusan dari Kawah Utama, jatuh korban jiwa
1676	3	Letusan dari Kawah Utama
1686	10	Letusan dari Kawah Utama
1687	1	Terjadi Aliran lava ke barat
1737	50	Terjadi Aliran lava ke barat
1739	2	Terjadi Aliran lava ke barat
1763	24	Terjadi Aliran lava ke barat
1770	7	Letusan dari Kawah Utama
1772	1	Terjadi Aliran lava, 40 org korban
1773	1	Terjadi Aliran lava
1774	1	Terjadi Aliran lava ke timur
1775	1	Pada 5-7 September 1775 terbentuk sebuah maar di sekitar Desa Soela Takomi, atau 1,5 km sebelah baratdaya dari Desa Takomi sekarang. Gogarten (1918) menyatakan bahwa terbentuknya lobang yang kemudian dikenal dengan Tolire Jaha (Lobang Besar) tersebut didahului dengan gempabumi tektonik berskala

		<p>besar kemudian diikuti letusan freatik yang dahsyat pada 5 September. Letusan berikutnya berlangsung kembali pada 7 September dan ketika penduduk sekitarnya datang melihat apa yang terjadi, ternyata Desa Soela Takomi sudah tidak ditemukan lagi Yang mereka temukan adalah sebuah kawah bergaris tengah 700 m (bagian atas) dan 350 m bagian dasar sedalam antara 40 - 50 m serta ke 141 orang penduduknya ikut hilang ditelan bumi. Demikian besarnya danau maar tersebut sehingga banyak penulis berpendapat bahwa terbentuknya akibat amblasan tanah (<i>landsubsidence</i>) akibat gempabumi.</p> <p>Tetapi, S. Bronto dkk. (1982) mengatakan, bahwa terbentuknya maar tersebut akibat letusan freatik yang dipicu oleh gempa tektonik berskala besar kemudian terjadi assosiasi dengan intrusi magma dengan airtanah di bawah Soela Takomi. pada saat gempabumi, terbentuk rekahan dan menyusupnya air tanah dan terjadi kontak dengan <i>heat front</i> mengakibatkan letusan freatik (analisa penulis).</p>
1811	36	
1812	1	
1814	2	
1821	7	
1824	3	
1831	7	Letusan dari Kawah Utama
1833	2	Letusan dari Kawah Utama
1835	2	Letusan dari Kawah Utama
1838	3	Letusan dari Kawah Utama , 2 org. luka
1839	1	Terjadi Aliran lava ke utara
1840	1	Terjadi Aliran lava ke utara
1841	1	Letusan dari Kawah Utama
1842	1	Letusan dari Kawah Utama
1843	1	Terjadi Aliran lava ke utara
1844	1	Terjadi Aliran lava ke utara
1845	1	Terjadi Aliran lava ke utara

1846	1	Terjadi Aliran lava ke utara
1847	1	Terjadi Aliran lava ke utara
1849	2	Letusan dari Kawah Utama
1850	1	Letusan dari Kawah Utama
1858	8	Letusan dari Kawah Utama
1859	1	Letusan dari Kawah Utama
1860	1	Letusan dari Kawah Utama
1862	2	Letusan dari Kawah Utama
1863	1	Letusan dari Kawah Utama
1864	1	Aliran lava ke barat laut
1868	4	Letusan dari Kawah Utama
1871	3	Terjadi Aliran lava ke barat laut, 1 luka dan 1 meninggal
1884	13	Letusan dari Kawah Utama
1895	9	Letusan dari Kawah Utama
1896	1	Letusan dari Kawah Utama
1897	1	Letusan dari Kawah Utama
1898	1	Letusan dari Kawah Utama
1900	2	Letusan dari Kawah Utama
1907	7	Aliran lava ke timurlaut (Bt. Angus)
1911	4	Letusan dari Kawah Utama
1918	7	Letusan dari Kawah Utama
1923	5	Letusan dari Kawah Utama
1932	9	Letusan dari Kawah Utama
1933	1	Letusan dari Kawah Utama
1938	5	Letusan dari Kawah Utama
1962	24	Letusan dari Kawah Utama
1980	18	Letusan dari Kawah Utama dari Kawah Utama dan menghasilkan Kawah Baru, Lokasinya sekitar 175 meter ke arah arah timur dari kawah Utama.
1983	3	Letusan dari Kawah Utama
1988	5	Letusan dari Kawah Utama
1990	2	Letusan dari Kawah Utama
1991	1	Letusan dari Kawah Utama
1993	1	Letusan dari Kawah Utama
1994	1	Letusan dari Kawah Utama, magmatik 1x, freatik 3x
2003	9	Terjadi letusan magmatik yang disertai awan

		panas ke arah ngrai piatu. Atas letusan mencapai ketinggian 1500 m di ats puncak. Hujan abu terjadi ke arah timur dan utara yang menyebabkan ditutupnya Bandara Ternate
2007	4	Terjadi dengan indikasi meningkatkan ketinggian hembusan asap yang berwarna putih sedang hingga kelabu tebal menjadi 400 meter di atas puncak
2008	1	terjadi hembusan asap putih tebal dari Kawah Utama dengan ketinggian mencapai 400-500 meter di atas puncak, yang merupakan indikasi terjadinya peningkatan aktivitas vulkanik di dalam tubuh gunung api gamalama sehingga status kegiatannya dinaikan menjadi waspada
2011	3	Letusan abu, bibir kawah bagian barat longsor, lahar hujan dan awan panas dari Kawah Utama dan Lawah samping setinggi 500-1500 meter, mengakibatkan 5 orang meninggal dunia, dan ditutupnya bandara Ternate selama 6 hari, terbentuk celah di dekat bibir kawah bagian timur.
2012	1	Letusan abu dari Kawah Utama
2014	2	Letusan abu dari kawah utama dan kawah baru yang merupakan celah tang terbentuk pada letusan 2011, lahar hujan utamanya ke aliran sungai sebelah timur, korban (pendaki) luka-luka ringan hingga berat sebanyak 10 orang
2015	1	Letusan dari rekahan bagian barat laut

Lampiran 2.

Data Kegempaan Gunungapi Gamalama Ternate
Propinsi Maluku Utara periode Januari – Desember
2015

DAFTAR GEMPA G. GAMALAMA JANUARI 2015

Tanggal	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR. HMNK	TR. HBS	GET.BJR	LTS	T. ASAP	JLH
20150101	9	0	0	0	1	0	12	6	1	0	0	50	29
20150102	11	0	0	0	1	0	6	1	1	0	0	50	20
20150103	18	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	25	23
20150104	9	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	11
20150105	17	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	21
20150106	7	0	2	0	0	1	6	0	1	0	0	0	17
20150107	15	0	0	0	1	1	6	0	1	0	0	25	24
20150108	14	0	0	0	0	0	4	3	1	0	0	25	22
20150109	10	0	2	0	0	0	6	2	0	1	0	25	21
20150110	14	0	0	0	1	0	2	7	0	0	0	25	24
20150111	10	1	0	0	0	0	6	0	0	1	0	0	18
20150112	14	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	50	17

20150113	19	0	1	0	0	0	11	2	0	0	0	50	33
20150114	14	0	1	0	0	0	11	0	0	0	0	50	26
20150115	8	0	1	0	0	0	6	1	0	1	0	0	17
20150116	11	0	0	0	1	0	7	1	0	0	0	0	20
20150117	11	0	3	0	0	0	11	1	0	0	0	25	26
20150118	18	0	0	0	1	0	19	0	0	0	0	50	38
20150119	19	3	0	0	0	0	6	7	0	1	0	0	36
20150120	13	0	0	0	1	0	4	23	0	0	0	0	41
20150121	11	0	1	0	3	0	10	9	0	0	0	50	34
20150122	9	0	0	0	0	0	5	4	0	1	0	50	19
20150123	11	0	2	0	1	0	8	0	0	0	0	0	22
20150124	9	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	50	16
20150125	10	0	1	2	0	1	7	0	0	1	0	50	22
20150126	14	0	2	0	1	0	3	1	0	0	0	50	21
20150127	11	0	2	0	0	0	13	0	0	0	0	50	26

20150128	8	0	0	0	0	0	6	24	0	0	0	0	38
20150129	12	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	19
20150130	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4
20150131	12	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	25	17
JUMLAH	370	4	20	2	12	3	205	92	8	6	0	25 - 50	722

DAFTAR GEMPA HARIAN G.GAMALAMA BULAN FEBRUARI 2015

Tanggal	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR HMNK	TR HBS	LTS	G.BJR	T.ASAP	JLH
20150201	9	0	2	0	1	0	6	0	0	0	0	0	18
20150202	33	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	25	44
20150203	12	0	1	0	0	0	5	5	0	0	0	75	23
20150204	11	0	1	0	1	2	6	2	0	0	0	25	23
20150205	11	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	10	16
20150206	10	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	20	19
20150207	12	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	25	20
20150208	12	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	50	19
20150209	14	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	50	17

20150210	12	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	10	17
20150211	10	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	25	15
20150212	19	1	2	0	3	0	9	1	0	0	0	50	35
20150213	20	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	25	28
20150214	12	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	10	18
20150215	11	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	17	17
20150216	11	0	3	0	1	0	2	0	0	0	0	0	17
20150217	17	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	20
21050218	9	0	1	0	0	1	8	0	0	0	0	0	19
20150219	7	0	10	0	0	0	3	0	0	0	0	0	20
20150220	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
20150221	4	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	0	11
20150222	18	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	25	24
20150223	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	6
20150224	14	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	22

20150225	39	0	58	0	0	0	40	0	0	0	0	50	137
20150226	10	0	9	0	0	0	13	0	0	0	0	25	32
20150227	11	0	34	1	0	0	7	0	0	0	0	0	53
20150228	12	0	1	0	0	0	11	0	0	0	0	25	24
JUMLAH	371	1	134	1	7	4	192	10	0	0	0		720

DAFTAR GEMPA HARIAN G.GAMALAMA BULAN MARET 2015

Tanggal	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR HMNK	TR HBS	LTS	G.BJR	T.ASAP	JLH
20150301	13	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	25	19
20150302	8	0	2	0	0	0	11	0	0	0	0	25	21
20150303	14	0	6	0	0	0	2	0	0	0	0	25	22
20150304	9	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	10	12
20150305	13	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	19
20150306	10	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0	16
20150307	8	0	4	1	0	0	4	0	0	0	0	25	17
20150308	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	8
20150309	13	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	18
20150310	41	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	0	20
20150311	10	0	0	1	1	0	4	0	1	0	0	10	15

20150312	9	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	17
20150313	9	0	11	0	0	0	6	0	0	0	0	10	26
20150314	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
20150315	10	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	13
20150316	10	1	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	15
20150317	14	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	10	18
21050318	24	0	10	1	0	0	7	1	0	0	0	10	42
20150319	14	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	50	18
20150320	18	0	1	0	0	0	9	0	0	0	0	20	28
20150321	13	0	2	0	0	0	7	0	0	0	0	50	22
20150322	13	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	10	17
20150323	14	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	0	18
20150324	12	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	17
20150325	12	1	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	18
20150326	15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	10	21

20150327	17	0	4	1	0	0	2	0	0	0	0	10	23
20150328	16	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	21
20150329	16	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	25	19
20150330	12	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	17
20150331	13	0	2	0	0	1	3	0	0	0	0	25	24
JUMLAH	403	5	64	4	4	2	122	1	0	0	0		605

DAFTAR GEMPA HARIAN G. GAMALAMA APRIL 2015

Tanggal	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR.HMNK	TR.HMK	LTS	G.BJR	T.ASAP	JLH
20150401	6	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	25	10
20150402	13	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	18
20150403	11	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	16
20150404	15	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	20
20150405	13	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	18
20150406	7	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	25	9
20150407	15	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	100	20
20150408	7	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	10
20150409	8	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	5	11
20150410	10	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	50	14
20150411	12	0	1	1	0	0	3	0	0	0	0	50	17
20150412	7	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	25	11

20150413	16	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	25	18
20150414	5	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	25	8
20150415	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	21
20150416	13	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	15
20150417	8	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	25	11
20150418	14	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	19
20150419	20	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	25	21
20150420	17	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	22
20150421	10	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	25	16
20150422	10	0	1	0	0	0	4	0	0	0	0	25	15
20150423	10	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	5	15
20150424	16	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	20	19
20150425	10	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5	16
20150426	7	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	25	11
20150427	10	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	25	16

20150428	17	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	21
20150429	8	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	10	11
20150430	13	1	3	0	1	0	1	0	0	0	0	25	19
JUMLAH	349	6	25	1	4	0	82	1	0	0	0		468

DAFTAR GEMPA HARIAN G. GAMALAMA MEI 2015

TANGGAL	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR HMK	TR HBS	G.BJR	LTS	T.ASAP	JLH
20150501	14	1	0	0	0	0	8	0	0	0	0	50	23
20150502	10	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	10	13
20150503	10	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	15
20150504	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
20150505	11	1	3	0	0	0	5	0	0	1	0	0	21
20150506	7	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	14
20150507	10	1	1	0	0	0	4	0	0	0	0	0	16
20150508	7	0	2	0	2	0	3	0	0	0	0	10	14
20150509	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20150510	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
20150511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20150512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

20150513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20150514	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20150515	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
20150516	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20150517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20150518	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
20150519	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20150520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
20150521	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
20150522	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
20150523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
20150524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
20150525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0
20150526	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
20150527	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0

20150528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0
20150529	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
20150530	8	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	10	12
20150531	17	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	10	20
JUMLAH	104	3	10	1	2	0	37	0	0	1	0	0		158

DAFTAR GEMPA HARIAN G. GAMALAMA JUNI 2015

Tanggal	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR HMNK	TR HBS	G.BJR	LTS	T.ASAP	JUMLAH
20150601	11	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	25	16
20150602	16	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	25	22
20150603	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	12
20150604	11	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	10	17
20150605	13	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	16
20150606	11	1	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0	20
20150607	7	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
20150608	9	0	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	14
20150609	13	1	1	0	0	0	4	1	0	1	0	25	21
20150610	13	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	5	15
20150611	17	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	10	21

20150612	15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	10	21
20150613	14	0	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	21
20150614	14	0	1	0	0	0	5	0	0	1	0	150	21
20150615	14	0	3	2	0	1	6	0	0	0	0	5	26
20150616	19	1	6	1	0	0	3	1	0	0	0	25	32
20150617	15	0	3	0	0	0	7	0	0	0	0	0	25
20150618	11	0	2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	15
20150619	11	0	2	0	0	1	4	0	0	0	0	0	18
20150620	8	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	0	12
20150621	7	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	5	10
20150622	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
20150623	10	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	25	14
20150624	11	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	13
20150625	9	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	11
20150626	10	0	178	0	0	0	4	0	0	0	0	10	192

20150627	7	0	41	0	1	0	0	0	0	0	0	10	49
20150628	3	0	16	0	0	0	7	0	0	0	0	0	26
20150629	8	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	11
20150630	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
JUMLAH	335	7	276	3	5	2	88	2	0	4	0		723

DAFTAR GEMPA HARIAN G. GAMALAMA JULI 2015

<i>Tanggal</i>	<i>TJ</i>	<i>TS</i>	<i>TL</i>	<i>TRS</i>	<i>VA</i>	<i>VB</i>	<i>HBS</i>	<i>TR HMNK</i>	<i>TR HBS</i>	<i>G.BJR</i>	<i>LTS</i>	<i>T.ASAP</i>	<i>JUMLAH</i>
20150701	3	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	10	5
20150702	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	4
20150703	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	5
20150704	10	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	15
20150705	5	0	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	12
20150706	3	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	10	9
20150707	11	0	3	0	0	0	4	0	0	0	0	5	18
20150708	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10
20150709	11	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	15
20150710	13	0	5	0	0	0	2	0	0	0	0	0	20
20150711	10	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0	5	14
20150712	11	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	15

20150713	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7
20150714	11	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
20150715	15	0	3	0	9	7	92	1	0	0	0	0	127
20150716	3	0	1	0	5	0	15	0	1	0	1	1000	26
20150717	12	0	1	0	1	0	54	0	1	0	0	750	69
20150718	7	0	0	0	0	0	47	0	1	0	0	800	55
20150719	14	0	2	0	4	0	38	0	1	0	0	800	59
20150720	14	0	1	0	0	0	24	0	1	0	0	400	40
20150721	7	0	1	0	0	1	51	0	1	0	0	400	61
20150722	16	0	7	0	0	0	28	0	1	0	0	300	52
20150723	11	0	8	0	1	0	33	0	1	0	0	600	54
20150724	3	0	2	0	0	0	21	0	1	0	0	300	27
20150725	8	0	0	0	0	0	27	0	1	0	0	200	36
20150726	16	0	1	0	0	0	31	0	1	0	0	200	49
20150727	11	0	1	0	0	0	12	0	1	0	0	400	25

20150728	12	0	2	0	3	0	46	0	1	0	0	500	64
20150729	18	0	4	0	0	1	32	0	1	0	0	500	56
20150730	12	0	1	0	2	1	22	0	1	0	0	400	39
20150731	7	0	2	0	0	0	14	0	1	0	0	200	24
<i>JUMLAH</i>	<i>293</i>	<i>0</i>	<i>63</i>	<i>3</i>	<i>27</i>	<i>10</i>	<i>612</i>	<i>0</i>	<i>16</i>	<i>0</i>	<i>1</i>		<i>1026</i>

DAFTAR GEMPA HARIAN G.GAMALAMA AGUSTUS 2015

TANGGAL	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR HMNK	TR HBS	G.BJR	LTS	T. ASAP	JUMLAH
20150801	8	0	0	0	1	0	24	0	1	0	0	50	34
20150802	8	0	1	0	0	0	6	0	1	0	0	150	18
20150803	10	0	0	0	0	0	4	0	1	0	0	100	15
20150804	4	0	3	0	1	0	4	2	1	0	1	800	15
20150805	6	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	50	9
20150806	10	0	2	0	0	0	11	5	1	0	0	150	29
20150807	7	1	2	0	0	0	11	4	1	0	0	20	26
20150808	9	0	0	0	2	0	5	0	1	0	0	25	17
20150809	8	0	1	0	0	0	14	7	1	0	0	150	31
20150810	9	0	3	0	0	0	18	5	1	0	0	100	36
20150811	10	0	3	0	1	0	104	3	1	0	0	250	122

20150812	9	0	1	0	0	0	23	6	1	0	0	150	40
20150813	9	0	0	0	0	0	9	7	1	0	0	200	26
20150814	4	0	2	0	0	0	14	4	1	0	0	25	25
20150815	5	0	2	0	0	0	19	2	1	0	0	10	29
20150816	9	0	4	1	0	0	14	4	1	0	0	50	33
20150817	12	0	2	0	0	0	9	0	1	0	0	0	24
20150818	7	0	1	0	0	0	10	0	1	0	0	50	19
20150819	5	0	5	0	0	0	3	0	1	0	0	25	14
20150820	17	0	1	1	0	0	33	4	1	0	0	25	57
20150821	26	0	2	0	0	0	27	0	1	0	0	50	56
20150822	22	0	5	0	0	0	30	0	1	0	0	50	58
20150823	22	0	1	0	0	0	22	0	1	0	0	50	46
20150824	25	0	0	0	1	0	19	4	1	0	0	25	50
20150825	29	0	0	0	0	0	18	1	1	0	0	25	49
20150826	15	0	0	0	1	0	19	0	1	0	0	100	36

20150827	13	0	2	0	9	0	125	5	1	0	0	300	155
20150828	12	0	2	0	0	0	22	1	1	0	0	50	38
20150829	16	0	1	0	0	0	10	0	1	0	0	50	28
20150830	14	0	5	0	0	0	18	0	1	0	0	25	38
20150831	20	0	0	0	1	0	21	0	1	0	0	150	43
JUMLAH	380	1	51	2	17	0	666	66	31	0	1		1216

DAFTAR GEMPA HARIAN G.GAMALAMA SEPTEMBER 2015

TANGGAL	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR HMK	TR HBS	LF	LTS	T.ASAP	JUMLAH
20150901	14	0	2	0	0	0	11	0	1	0	0	100	28
20150902	18	0	0	0	0	0	12	0	1	0	0	100	31
20150903	9	0	3	0	0	0	3	0	1	0	0	50	16
20150904	16	0	0	0	0	0	12	0	1	0	0	25	29
20150905	11	0	1	0	0	0	14	0	1	0	0	10	27
20150906	8	0	3	0	1	0	10	0	1	0	0	50	23
20150907	8	0	1	0	0	0	12	0	1	0	0	100	23
20150908	3	0	2	0	1	0	15	1	1	0	1	1000	24
20150909	9	0	1	0	0	0	13	0	1	0	0	50	24
20150910	9	0	0	0	0	0	10	0	1	0	0	25	20
20150911	5	0	4	0	0	0	15	0	1	0	0	10	25

20150912	8	0	2	0	0	0	19	2	1	0	0	10	32
20150913	14	0	0	0	0	0	9	0	1	0	0	10	24
20150914	6	0	1	0	1	0	13	0	1	0	0	50	22
20150915	15	0	3	0	0	0	14	0	1	0	0	50	33
20150916	15	0	3	1	0	0	12	2	1	0	0	50	35
20150917	19	0	1	0	2	0	7	0	1	0	0	25	30
20150918	12	0	0	0	2	0	17	0	1	0	0	50	32
20150919	14	0	2	0	0	0	8	3	1	0	0	500	28
20150920	9	0	1	0	0	0	14	0	1	0	0	25	25
20150921	6	1	1	0	0	0	9	0	1	0	0	25	18
20150922	12	1	1	0	2	0	13	0	1	0	0	10	30
20150923	8	0	4	0	2	0	11	0	1	0	0	600	26
20150924	17	0	0	0	0	0	14	0	1	0	0	300	32
20150925	23	0	0	0	3	0	7	0	1	0	0	50	34
20150926	9	0	0	0	1	0	14	0	1	0	0	25	25

20150927	12	0	1	0	0	1	12	0	1	1	0	25	27
20150928	14	0	3	0	0	0	21	7	1	0	0	0	46
20150929	11	0	1	0	0	0	15	10	1	0	0	50	38
20150930	19	0	0	0	0	0	16	9	1	0	0	50	46
JUMLAH	353	2	41	1	15	1	372	34	30	1	1		853

DAFTAR GEMPA HARIAN G.GAMALAMA OKTOBER 2015

TANGGAL	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TR HMK	TR HBS	LF	LTS	T.ASAP	JUMLAH
20151001	14	0	1	0	0	0	12	4	1	0	0	25	32
20151002	12	0	2	0	1	0	8	0	1	0	0	25	24
20151003	12	0	1	0	0	0	7	1	1	0	0	125	22
20151004	11	0	1	0	0	0	11	2	1	0	0	50	26
20151005	9	0	3	0	0	0	13	3	1	0	0	50	29
20151006	11	1	1	0	1	0	11	2	1	0	0	25	28
20151007	9	0	0	0	0	0	8	3	1	0	0	50	21
20151008	17	0	0	0	3	1	15	2	1	0	0	50	39
20151009	12	0	2	0	0	0	12	2	1	0	0	25	29
20151010	15	0	2	0	0	0	29	0	1	0	0	50	47
20151011	8	0	1	0	0	0	21	1	1	0	0	25	32

20151012	16	0	1	0	0	0	11	0	1	0	0	20	29
20151013	14	0	1	0	0	0	6	0	1	0	0	10	22
20151014	9	0	1	0	0	0	7	0	1	0	0	25	18
20151015	9	0	0	0	0	0	7	0	1	0	0	50	17
20151016	4	0	1	1	0	0	12	0	1	0	0	10	19
20151017	7	0	1	1	0	0	10	0	1	0	0	10	20
20151018	8	0	0	0	1	0	7	0	1	0	0	10	17
20151019	7	0	2	0	0	0	14	0	1	0	0	25	24
20151020	14	0	4	0	0	0	6	0	1	0	0	10	25
20151021	16	0	0	0	0	0	19	0	1	0	0	10	36
20151022	12	0	13	0	0	0	11	0	1	0	0	20	37
20151023	11	0	14	0	0	0	40	0	1	0	0	50	66
20151024	15	1	6	0	0	0	23	2	1	0	0	0	48
20151025	10	0	1	0	1	0	8	1	1	0	0	50	22
20151026	12	0	2	0	0	0	12	0	1	0	0	0	27

20151027	22	0	3	0	0	0	7	1	1	0	0	75	34
20151028	8	0	2	0	0	0	11	1	1	0	0	75	23
20151029	9	0	3	0	0	0	30	0	1	0	0	50	43
20151030	18	0	5	0	0	0	18	0	1	0	0	50	42
20151031	16	0	4	0	1	0	26	0	1	0	0	200	47
JUMLAH	367	2	78	2	8	1	432	25	31	0	0		946

DAFTAR GEMPA HARIAN G. GAMALAMA BULAN NOPEMBER 2015

Tanggal	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	TrHmnk	TrHbs	Get Bjr	Letusan	T.Asap	Jumlah
20151101	16	0	8	0	0	0	30	2	1	0	0	50	57
20151102	20	1	41	0	0	0	35	0	1	0	0	25	98
20151103	16	0	29	0	0	0	32	0	1	0	0	150	78
20151104	11	2	3	0	1	0	23	1	1	0	0	50	42
20151105	10	0	5	0	0	0	19	1	1	0	0	50	36
20151106	9	0	5	0	0	0	17	0	1	0	0	25	32
20151107	18	1	6	0	1	0	38	0	1	0	0	75	65
20151108	33	0	150	3	1	0	138	4	1	0	0	50	330
20151109	19	0	60	0	0	0	56	0	1	0	0	150	136
20151110	18	0	18	0	0	0	46	0	1	0	0	15	83

20151111	8	0	4	0	1	0	17	0	1	0	0	150	31
20151112	5	0	6	0	0	0	20	0	1	0	0	50	32
20151113	19	0	10	1	0	0	22	0	1	0	0	20	53
20151114	10	0	6	0	0	0	20	4	1	0	0	50	41
20151115	15	0	21	0	2	0	44	0	1	0	0	150	83
20151116	21	0	148	0	2	0	72	0	1	0	0	150	244
20151117	38	0	286	0	0	0	74	0	1	0	0	100	399
20151118	21	0	85	0	1	0	34	1	1	0	0	50	143
20151119	46	0	354	7	2	0	86	0	1	0	0	50	496
20151120	64	0	417	15	0	0	70	0	1	0	0	25	567
20151121	67	0	444	4	0	0	56	0	1	0	0	10	572
20151122	34	0	315	2	0	0	41	0	1	0	0	100	393
20151123	31	0	345	4	0	0	66	1	1	0	0	100	448
20151124	22	0	185	2	0	0	34	0	1	0	0	50	244
20151125	28	0	192	0	0	0	22	0	1	0	0	20	243

20151126	22	0	132	2	0	0	19	0	1	0	0	100	176
20151127	17	0	156	2	0	0	34	19	1	0	0	100	229
20151128	21	0	77	0	0	0	30	33	1	0	0	50	162
20151129	30	0	76	0	0	0	26	4	1	0	0	50	137
20151130	16	0	54	0	0	0	39	0	1	0	0	50	110
Jumlah	705	4	3638	42	11	0	1260	70	30	0	0		5760

DAFTAR GEMPA HARIAN G.GAMALAMA DESEMBER 2015

Tanggal	TJ	TS	TL	TRS	VA	VB	HBS	Tr.Harmonik	Tr. Hbs	Get.Banjir	LTS	T.Asap	JLH
20151201	40	0	115	2	0	0	56	0	1	0	0	100	214
20151202	19	0	262	1	0	0	105	1	1	0	0	100	389
20151203	19	0	59	0	0	0	47	1	1	2	0	30	129
20151204	14	0	43	0	0	0	38	0	1	0	0	30	96
20151205	10	1	48	0	1	0	37	1	1	0	0	120	99
20151206	14	0	44	0	1	0	22	0	1	0	0	200	82
20151207	14	0	20	0	0	0	17	1	1	0	0	200	53
20151208	13	2	38	0	1	0	42	1	1	0	0	250	98
20151209	50	0	139	1	0	0	103	0	1	0	0	150	294
20151210	25	1	51	0	0	0	46	0	1	0	0	50	122
20151211	7	0	24	0	0	0	32	18	1	0	0	100	82

20151212	15	0	16	0	0	0	42	23	1	0	0	100	97
20151213	13	1	15	0	0	0	22	72	1	0	0	300	124
20151214	22	0	28	1	0	0	86	46	1	0	0	200	184
20151215	7	0	26	0	1	0	26	0	1	0	0	70	61
20151216	12	0	21	0	1	0	23	1	1	0	0	50	59
20151217	13	0	1	0	0	0	16	3	1	0	0	0	34
20151218	13	0	8	0	0	0	25	13	1	0	0	20	60
20151219	11	0	5	0	0	0	12	2	1	0	0	150	31
20151220	11	0	1	0	0	0	13	0	1	2	0	70	28
20151221	14	0	4	0	0	0	16	0	1	0	0	100	35
20151222	14	0	2	0	0	0	7	0	1	0	0	100	24
20151223	11	0	2	0	0	0	21	0	1	3	0	150	38
20151224	12	0	1	0	0	0	14	0	1	0	0	50	28
20151225	15	0	8	0	1	0	17	0	1	0	0	100	42
20151226	8	0	1	0	0	0	10	9	1	0	0	50	29

20151227	9	0	2	0	0	0	16	0	1	0	0	100	28
20151228	11	0	5	0	0	0	16	0	1	2	0	100	35
20151229	15	0	11	0	0	0	22	9	1	0	0	100	58
20151230	12	0	1	0	0	0	18	0	1	0	0	100	32
20151231	16	1	4	0	0	0	23	0	1	0	0	150	45
Jumlah	479	4	1005	5	6	0	990	201	31	9	0		2730

Lampiran 3.

**Daftar Gempa Harian
Periode Januari – Desember 2015**

Tanggal	VA		VB		TL	TJ	TS	Tremor		Tre Hb		Tre Har		Hemb	Get Banjir	Terasa	
	Jml	Amax	Jml	Amax				Jml	Amax	Jml	Amax	Jml	Amax			Jml	MMI
1-Jan-15	2	26-39	0	0	0	3	0	0	0	m	0,5-1,5	6	1-1,5	12	0	0	0
2-Jan-15	1	10	0	0	0	11	0	0	0	0	0	1	1,5-3	6	0	0	0
3-Jan-15	0	0	0	0	0	18	0	0	0	m	0,5-2	0	0	4	0	0	0
4-Jan-15	0	0	0	0	0	9	0	0	0	m	1-2	0	0	1	0	0	0
5-Jan-15	0	0	0	0	0	17	0	0	0	m	0,5-1,5	0	0	3	0	0	0
6-Jan-15	0	0	1	26	2	7	0	0	0	m	0,5-1,5	0	0	6	0	0	0
7-Jan-15	1	30	1	17	0	15	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
8-Jan-15	0	0	0	0	0	14	0	0	0	m	0,5-1	3	1-1,5	4	0	0	0
9-Jan-15	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	2	0,5-4	6	1	0	0
10-Jan-15	1	39	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-Jan-15	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
12-Jan-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
13-Jan-15	0	0	0	0	1	19	0	0	0	0	0	2	1,5-2	9	0	0	0
14-Jan-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0
15-Jan-15	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	1	6	6	1	0	0
16-Jan-15	1	6	0	0	0	11	0	0	0	0	0	1	1,5	7	0	0	0
17-Jan-15	0	0	0	0	3	9	0	0	0	0	0	1	1,5	11	0	0	0
18-Jan-15	1	4	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0
19-Jan-15	0	0	0	0	0	19	3	0	0	0	0	7	1-2	6	1	0	0
20-Jan-15	1	6	0	0	0	13	0	0	0	0	0	23	1-1.5	4	0	0	0
21-Jan-15	3	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	9	1-1.5	10	0	0	0
22-Jan-15	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	1	1-1.5	5	1	0	0
23-Jan-15	1	7	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0

24-Jan-15	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
25-Jan-15	0	0	1	18	1	10	0	0	0	0	0	0	0	7	1	2	1-2
26-Jan-15	1	39	0	0	2	14	0	0	0	0	0	1	2,5	3	0	0	0
27-Jan-15	0	0	0	0	11	2	0	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0
28-Jan-15	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	24	1.5-6	6	0	0	0
29-Jan-15	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
30-Jan-15	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
31-Jan-15	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
1-Feb-15	1	18	0	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
2-Feb-15	0	0	0	0	1	33	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
3-Feb-15	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	5	2-3	5	0	0	0
4-Feb-15	1	2	2	2-2.5	1	11	0	0	0	0	0	2	1-1.5	6	0	0	0
5-Feb-15	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
6-Feb-15	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
7-Feb-15	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
8-Feb-15	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
9-Feb-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
10-Feb-15	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	2	1.5-2	3	0	0	0
11-Feb-15	1	13	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-Feb-15	3	2-20	0	0	2	19	1	0	0	0	0	1	3	9	0	0	0
13-Feb-15	0	0	1	25	0	20	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
14-Feb-15	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
15-Feb-15	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
16-Feb-15	1	30	0	0	3	11	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
17-Feb-15	0	0	0	0	1	17	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0

18-Feb-15	0	0	1	8	6	9	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
19-Feb-15	1	28	0	0	10	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-Feb-15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-Feb-15	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
22-Feb-15	0	0	0	0	2	18	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
23-Feb-15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24-Feb-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
25-Feb-15	0	0	0	0	58	39	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
26-Feb-15	0	0	0	0	17	10	0	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0
27-Feb-15	0	0	0	0	36	10	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
28-Feb-15	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
1-Mar-15	0	0	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
2-Mar-15	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
3-Mar-15	0	0	0	0	3	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
4-Mar-15	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
5-Mar-15	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
6-Mar-15	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
7-Mar-15	1	11	0	0	4	8	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
8-Mar-15	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9-Mar-15	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
10-Mar-15	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
11-Mar-15	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	1-2
12-Mar-15	0	0	1	9	0	9	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
13-Mar-15	0	0	0	0	11	9	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
14-Mar-15	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

15-Mar-15	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
16-Mar-15	0	0	0	0	1	10	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
17-Mar-15	0	0	0	0	2	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
18-Mar-15	1	6	0	0	10	4	0	0	0	0	0	0	0	37	0	1	3
19-Mar-15	1	7	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1
20-Mar-15	0	0	0	0	1	18	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
21-Mar-15	0	0	0	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
22-Mar-15	0	0	0	0	2	13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23-Mar-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
24-Mar-15	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
25-Mar-15	0	0	0	0	1	12	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
26-Mar-15	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
27-Mar-15	0	0	0	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
28-Mar-15	1	13	0	0	2	16	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0
29-Mar-15	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1-2
30-Mar-15	0	0	0	0	2	12	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
31-Mar-15	0	0	1	11	2	13	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
1-Apr-15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
2-Apr-15	1	26	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
3-Apr-15	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
4-Apr-15	0	0	0	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
5-Apr-15	0	0	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
6-Apr-15	1	20	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7-Apr-15	0	0	0	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
8-Apr-15	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0

9-Apr-15	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
10-Apr-15	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
11-Apr-15	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	1
12-Apr-15	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
13-Apr-15	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
14-Apr-15	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
15-Apr-15	0	0	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-Apr-15	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
17-Apr-15	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
18-Apr-15	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	m	1-1.5	4	0	0	0
19-Apr-15	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20-Apr-15	0	0	0	0	2	17	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
21-Apr-15	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
22-Apr-15	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
23-Apr-15	1	7	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
24-Apr-15	0	0	0	0	1	16	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
25-Apr-15	0	0	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
26-Apr-15	0	0	0	0	2	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27-Apr-15	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
28-Apr-15	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
29-Apr-15	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
30-Apr-15	1	31	0	0	3	13	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1-Mei-15	0	0	0	0	2	14	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0
2-Mei-15	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
3-Mei-15	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0

4-Mei-15	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5-Mei-15	0	0	0	0	3	11	1	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0
6-Mei-15	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
7-Mei-15	0	0	0	0	1	9	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
8-Mei-15	2	7-41	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
9-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

29-Mei-15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30-Mei-15	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1
31-Mei-15	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
1-Jun-15	0	0	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
2-Jun-15	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
3-Jun-15	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
4-Jun-15	1	37	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
5-Jun-15	0	0	0	0	0	13	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
6-Jun-15	0	0	0	0	7	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7-Jun-15	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8-Jun-15	1	6	0	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
9-Jun-15	0	0	0	0	1	13	1	0	0	0	0	1	1	4	1	0	0
10-Jun-15	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
11-Jun-15	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
12-Jun-15	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
13-Jun-15	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0
14-Jun-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0
15-Jun-15	0	0	1	27	3	14	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1	1-2
16-Jun-15	0	0	0	0	6	19	2	0	0	0	0	1	1-4	3	0	1	1-2
17-Jun-15	0	0	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
18-Jun-15	0	0	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
19-Jun-15	0	0	1	5	2	11	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
20-Jun-15	0	0	0	0	1	8	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0
21-Jun-15	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22-Jun-15	0	0	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

23-Jun-15	1	10	0	0	1	10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24-Jun-15	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
25-Jun-15	1	21	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26-Jun-15	0	0	0	0	178	10	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
27-Jun-15	1	10	0	0	41	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28-Jun-15	0	0	0	0	16	3	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
29-Jun-15	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
30-Jun-15	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1-Jul-15	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
2-Jul-15	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3-Jul-15	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
4-Jul-15	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
5-Jul-15	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
6-Jul-15	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
7-Jul-15	0	0	0	0	3	11	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
8-Jul-15	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9-Jul-15	1	0	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10-Jul-15	0	0	0	0	3	13	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
11-Jul-15	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0
12-Jul-15	1	16	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2
13-Jul-15	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14-Jul-15	0	0	0	0	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1-2
15-Jul-15	9	10-92	7	33786	3	15	0	0	0	0	0	0	0	92	0	0	0
16-Jul-15	5	16-35	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
17-Jul-15	1	45	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	55	0	0	0

18-Jul-15	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	47	0	0	0
19-Jul-15	4	5-27	0	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0
20-Jul-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	0	0	0	0	29	0	0	0
21-Jul-15	0	0	1	25	1	7	0	0	0	0	0	0	0	51	0	0	0
22-Jul-15	0	0	0	0	7	16	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0
23-Jul-15	1	0	0	0	8	11	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0	0
24-Jul-15	0	0	0	0	3	7	0	0	0	m	0.5-5	0	0	33	0	0	0
25-Jul-15	0	0	0	0	0	8	0	0	0	m	0.5-5	0	0	27	0	0	0
26-Jul-15	0	0	0	0	2	16	0	0	0	m	0.5-5	0	0	31	0	0	0
27-Jul-15	0	0	0	0	1	11	0	0	0	m	0.5-4	0	0	11	0	0	0
28-Jul-15	3	4-42	0	0	2	12	0	0	0	m	0.5-7	0	0	46	0	0	0
29-Jul-15	0	0	1	22	4	18	0	0	0	m	0.5-5	0	0	31	0	0	0
30-Jul-15	2	8-13	1	5	1	12	0	0	0	m	1-8	0	0	22	0	0	0
31-Jul-15	0	0	0	0	2	7	0	0	0	m	0.5-6	0	0	14	0	0	0
1-Agu-15	1	18	0	0	0	8	0	0	0	m	0.5-12	0	0	24	0	0	0
2-Agu-15	0	0	0	0	3	8	0	0	0	m	0.5-5	0	0	0	0	0	0
3-Agu-15	0	0	0	0	0	10	0	0	0	m	0.5-3	0	0	4	0	0	0
4-Agu-15	1	45	10	0	3	4	0	0	0	m	0.5-6	2	3	4	0	0	0
5-Agu-15	0	0	0	0	0	6	0	0	0	m	0.5-2	2	3-5	0	0	0	0
6-Agu-15	0	0	0	0	2	11	0	0	0	m	0.5-3	5	1.5-4	10	0	0	0
7-Agu-15	0	0	0	0	2	7	1	0	0	m	0.5-2	4	0.5-5	11	0	0	0
8-Agu-15	2	11-17	0	0	0	9	0	0	0	m	0.5-3	2	0.5-6	4	0	0	0
9-Agu-15	0	0	0	0	1	8	0	0	0	m	0.5-1.5	7	0.5-4	14	0	0	0
10-Agu-15	0	0	0	0	3	9	0	0	0	m	0.5-1	10	0.5-5	18	0	0	0
11-Agu-15	1	5	0	0	3	11	0	0	0	m	0.5-3	3	0.5-4	104	0	0	0

12-Agu-15	0	0	0	0	0	10	0	0	0	m	0.5-4	6	1.5-10	23	0	0	0
13-Agu-15	0	0	0	0	0	9	0	0	0	m	0.5-5	7	1.5-7	9	0	0	0
14-Agu-15	0	0	0	0	2	4	0	0	0	m	0.5-3	3	1.5-3	15	0	0	0
15-Agu-15	0	0	0	0	2	5	0	0	0	m	0.5-3	2	3-5	19	0	0	0
16-Agu-15	0	0	0	0	4	9	0	0	0	m	0.5-3	4	1.5-5	14	0	1	2-3
17-Agu-15	0	0	0	0	2	10	0	0	0	m	0.5-2	0	0	9	0	0	0
18-Agu-15	0	0	0	0	1	7	0	0	0	m	0.5-3	0	0	10	0	0	0
19-Agu-15	0	0	0	0	5	7	0	0	0	m	0.5-3	0	0	4	0	0	0
20-Agu-15	0	0	0	0	1	17	0	0	0	m	0.5-3	4	2-3	33	0	1	3-4
21-Agu-15	0	0	0	0	2	26	0	0	0	m	0.5-3	0	0	27	0	0	0
22-Agu-15	0	0	0	0	5	22	0	0	0	m	0.5-2	0	0	30	0	0	0
23-Agu-15	0	0	0	0	1	22	0	0	0	m	0.5-2	0	0	22	0	0	0
24-Agu-15	1	0	0	0	0	25	0	0	0	m	0.5-3	4	1.5-3	19	0	0	0
25-Agu-15	0	0	0	0	0	29	0	0	0	m	0.5-1.5	1	1.5.	19	0	0	0
26-Agu-15	1	0	0	0	0	28	0	0	0	m	0.5-2	0	0	34	0	0	0
27-Agu-15	9	0	0	0	2	13	0	0	0	m	0.5-3	5	1-2.	125	0	0	0
28-Agu-15	0	0	0	0	2	12	0	0	0	m	0	0	0	22	0	0	0
29-Agu-15	0	0	0	0	0	16	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	10	0	0	0
30-Agu-15	0	0	0	0	5	14	0	0	0	m	0.5-2	0	0	18	0	0	0
31-Agu-15	0	1	0	0	0	20	0	0	0	m	0.5-2	0	0	21	0	0	0
1-Sep-15	0	0	0	0	2	14	0	0	0	m	0.5-2	0	0	11	0	0	0
2-Sep-15	0	0	0	0	0	18	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	10	0	0	0
3-Sep-15	0	0	0	0	3	5	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	1	0	0	0
4-Sep-15	0	0	0	0	0	16	0	0	0	m	0.5-3	0	0	12	0	0	0
5-Sep-15	0	0	0	0	1	11	0	0	0	m	0.5-3	0	0	14	0	0	0

6-Sep-15	1	0	0	0	3	8	0	0	0	m	0.5-2	0	0	10	0	0	0
7-Sep-15	0	0	0	0	1	9	0	0	0	m	0.5-2	0	0	12	0	0	0
8-Sep-15	1	0	0	0	1	2	0	0	0	m	0.5-7	1	0	10	0	0	0
9-Sep-15	0	0	0	0	1	9	0	0	0	m	0.5-3	0	0	13	0	0	0
10-Sep-15	0	0	0	0	0	9	0	0	0	m	0.5-2	0	0	10	0	0	0
11-Sep-15	0	0	0	0	2	7	0	0	0	m	0.5-3	0	0	15	0	0	0
12-Sep-15	0	0	0	0	1	8	0	0	0	m	0.5-2	4	0	19	0	0	0
13-Sep-15	1	0	0	0	0	14	0	0	0	m	0.5-6	0	0	9	0	0	0
14-Sep-15	1	0	0	0	1	6	0	0	0	m	0.5-2	0	0	0	0	0	0
15-Sep-15	0	0	0	0	3	15	0	0	0	m	0.5-2	0	0	14	0	0	0
16-Sep-15	0	0	0	0	3	16	0	0	0	m	0.5-2	2	0	12	0	1	0
17-Sep-15	2	16-24	0	0	1	19	0	0	0	m	0.5-2	0	0	7	0	0	0
18-Sep-15	2	18-21	0	0	0	12	0	0	0	m	0.5-3	0	0	17	0	0	0
19-Sep-15	0	0	0	0	2	13	0	0	0	m	0.5-3	3	2-3	9	0	0	0
20-Sep-15	0	0	0	0	1	9	0	0	0	m	0.5-3	0	0	14	0	0	0
21-Sep-15	0	0	0	0	1	6	1	0	0	m	0.5-2	0	0	9	0	0	0
22-Sep-15	2	22-34	0	0	1	12	1	0	0	m	0.5-2	0	0	13	0	0	0
23-Sep-15	2	7-14	0	0	4	8	0	0	0	m	0.5-2	0	0	11	0	0	0
24-Sep-15	0	0	0	0	0	17	0	0	0	m	0.5-2	0	0	14	0	0	0
25-Sep-15	3	10-23	0	0	0	23	0	0	0	m	0.5-4	0	0	0	0	0	0
26-Sep-15	1	15	0	0	0	9	1	0	0	m	0.5-3	0	0	14	0	0	0
27-Sep-15	0	0	1	7	1	12	0	0	0	m	0.5-2	0	0	12	0	0	0
28-Sep-15	0	0	0	0	3	12	0	0	0	m	0.5-1.5	7	1.5-4	21	0	0	0
29-Sep-15	0	0	0	0	1	11	0	0	0	m	0.5-1.5	10	1.5-3	15	0	0	0
30-Sep-15	0	0	0	0	0	19	1	0	0	m	0.5-3	8	1.5-3	16	0	0	0

1-Okt-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	m	0.5-3	4	2-3	12	0	0	0
2-Okt-15	1	9	0	0	2	12	0	0	0	m	0.5-2	0	0	8	0	0	0
3-Okt-15	0	0	0	0	1	11	0	0	0	m	0.5-2	3	1.5-2	7	0	0	0
4-Okt-15	0	0	0	0	1	11	0	0	0	m	0.5-3	2	1.5-2	11	0	0	0
5-Okt-15	0	0	0	0	3	9	0	0	0	m	0.5-5	3	2-3	14	0	0	0
6-Okt-15	1	12	0	0	1	11	1	0	0	m	0.5-2	2	1.5-2	11	0	0	0
7-Okt-15	0	0	0	0	0	9	0	0	0	m	0.5-3	3	3	8	0	0	0
8-Okt-15	3	6-33	1	3	0	17	0	0	0	m	0.5-3	2	1.5-3	15	0	0	0
9-Okt-15	0	0	0	0	2	12	0	0	0	m	0.5-2	2	2	9	0	0	0
10-Okt-15	0	0	0	0	2	15	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	29	0	0	0
11-Okt-15	0	0	0	0	1	8	0	0	0	m	0.5-3	1	1.5	20	0	0	0
12-Okt-15	0	0	0	0	1	17	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	10	0	0	0
13-Okt-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	m	0.5-3	0	0	6	0	0	0
14-Okt-15	0	0	0	0	1	9	0	0	0	m	0.5-2	0	0	7	0	0	0
15-Okt-15	0	0	0	0	0	9	0	0	0	m	0.5-3	0	0	7	0	0	0
19-Okt-15	0	0	0	0	1	7	0	0	0	m	0.5-3	0	0	14	0	0	0
20-Okt-15	0	0	0	0	4	14	0	0	0	m	0.5-2	0	0	6	0	0	0
21-Okt-15	0	0	0	0	0	16	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	21	0	0	0
22-Okt-15	0	0	0	0	16	16	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	15	0	0	0
23-Okt-15	0	0	0	0	14	14	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	37	0	0	0
24-Okt-15	0	0	0	0	6	15	1	0	0	m	0.5-3	2	3-5	17	0	0	0
25-Okt-15	1	6	0	0	1	10	0	0	0	m	0.5-2	1	2	8	0	0	0
26-Okt-15	0	0	0	0	2	12	0	0	0	m	0.5-3	0	0	12	0	0	0
27-Okt-15	0	0	0	0	3	22	0	0	0	m	0.5-3	1	3	7	0	0	0
28-Okt-15	0	0	0	0	2	8	0	0	0	m	0.5-1.5	1	3	11	0	0	0

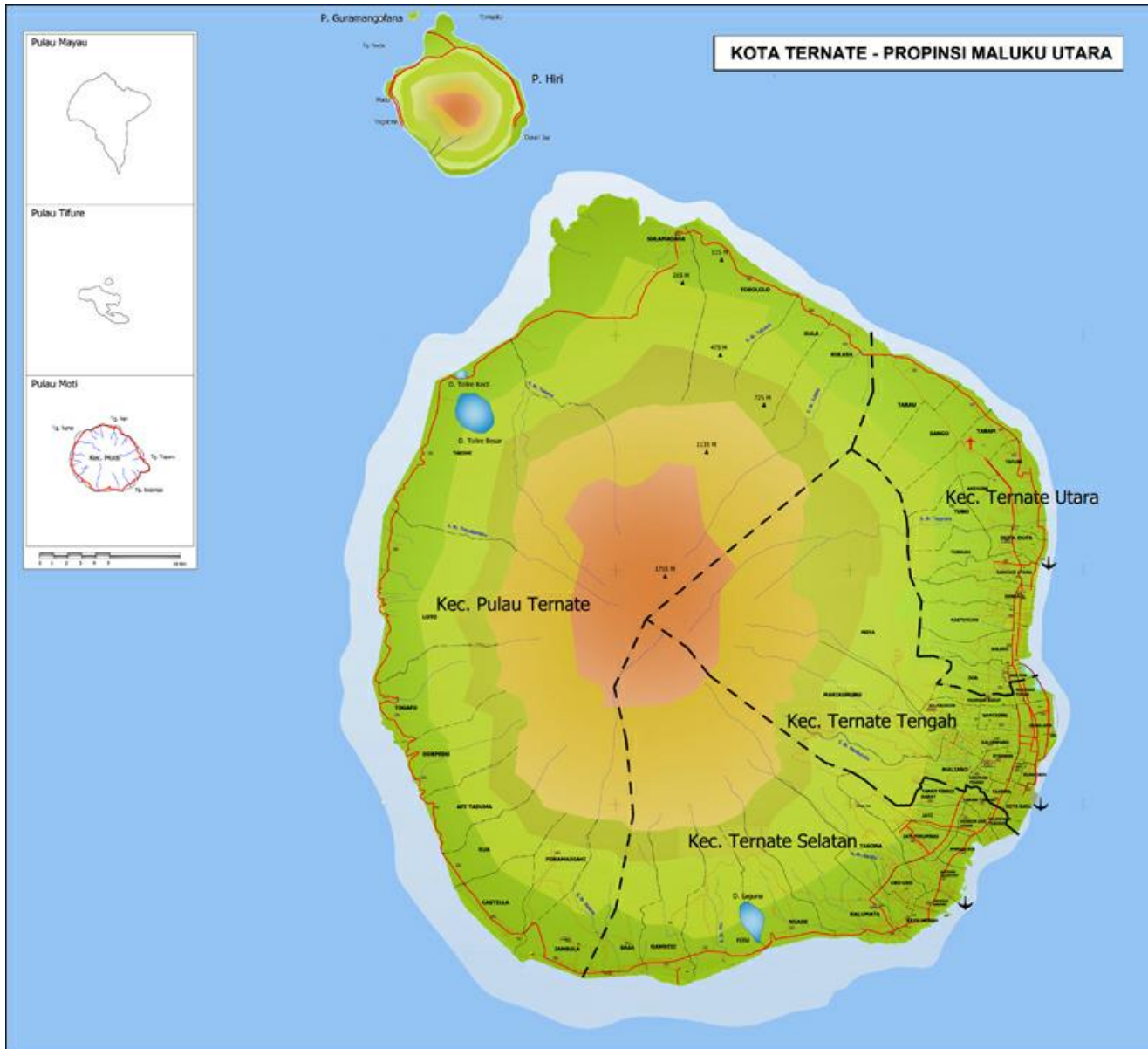
29-Okt-15	0	0	0	0	3	10	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	30	0	0	0
30-Okt-15	0	0	0	0	5	18	0	0	0	m	0.5-2	0	0	14	0	0	0
31-Okt-15	1	4.5	0	0	4	16	0	0	0	m	0.5-2	0	0	26	0	0	0
1-Nov-15	0	0	0	0	8	16	0	0	0	m	0.5-2	2	1.5-2	29	0	0	0
2-Nov-15	0	0	0	0	40	19	1	0	0	m	0.5-3	0	0	34	0	0	0
3-Nov-15	0	0	0	0	26	16	0	0	0	m	0.5-2	0	0	32	0	0	0
4-Nov-15	1	37	0	0	2	11	2	0	0	m	0.5-2	1	1.5	22	0	0	0
5-Nov-15	0	0	0	0	5	9	0	0	0	m	0.5-3	1	2	13	0	0	0
6-Nov-15	0	0	0	0	5	9	0	0	0	m	0.5-2	0	0	17	0	0	0
7-Nov-15					3	12				m	0.5-2			22			
8-Nov-15	1	5	0	0	150	33	0	0	0	m	0.5-3	4	1.5-2	138	0	3	1-2
9-Nov-15	0	0	0	0	60	19	0	0	0	m	0.5-3	0	0	56	0	0	0
10-Nov-15	0	0	0	0	17	19	0	0	0	m	0.5-3	0	0	46	0	0	0
11-Nov-15					4	5				m	0.5-3			8			
12-Nov-15	0	0	0	0	6	5	0	0	0	m	0.5-2	0	0	20	0	0	0
13-Nov-15	0	0	0	0	10	19	0	0	0	m	0.5-2	0	0	22	0	1	1-2
14-Nov-15	0	0	0	0	6	10	0	0	0	m	0.5-2	4	3	20	1	0	0
15-Nov-15	2	10-14	0	0	21	15	0	0	0	m	0.5-3	0	0	44	0	0	0
16-Nov-15	2	3	0	0	148	21	0	0	0	m	0.5-2	0	0	72	0	0	0
17-Nov-15	0	0	0	0	286	38	0	0	0	m	0.5-2	0	0	74	0	0	0
18-Nov-15	1		0	0	85	21	0	0	0	m	0,5-3	1	1,5	35	0	0	0
19-Nov-15	2	5.5-23	0	0	354	46	0	0	0	m	0.5-2	0	0	86	0	7	1-3
20-Nov-15	0	0	0	0	417	64	0	0	0	m	0.5-2	0	0	70	0	15	1-3
21-Nov-15	0	0	0	0	444	67	0	0	0	m	0.5-2	0	0	56	0	4	1-2
22-Nov-15	0	0	0	0	313	34	0	0	0	m	0.5-2	0	0	41	0	2	1-2

23-Nov-15	0	0	0	0	345	31	0	0	0	m	0.5-3	1	2	66	0	4	1-3
24-Nov-15	0	0	0	0	185	22	0	0	0	m	0.5-3	0	0	34	0	2	1-2
25-Nov-15	0	0	0	0	224	37	0	0	0	m	0.5-3	0	0	27	0	0	0
26-Nov-15	0	0	0	0	132	22	0	0	0	m	0.5-3	0	0	19	0	2	1-2
27-Nov-15	0	0	0	0	156	17	0	0	0	m	0.5-2	18	1.5-2.5	34	0	2	1
28-Nov-15	0	0	0	0	77	21	0	0	0	m	0.5-2	33	1.5-2.5	30	0	0	0
29-Nov-15	0	0	0	0	76	30	0	0	0	m	0.5-2	4	1.5-2	26	0	0	0
30-Nov-15	0	0	0	0	54	16	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	39	0	0	0
1-Des-15	0	0	0	0	115	40	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	56	0	2	2-3
2-Des-15	0	0	0	0	162	19	0	0	0	m	0.5-1.5	1	2	105	0	1	2-3
3-Des-15	0	0	0	0	59	19	0	0	0	m	0.5-1.5	1	2	47	2	0	0
4-Des-15	0	0	0	0	43	9	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	38	0	0	0
5-Des-15	1	7	0	0	48	10	1	0	0	m	0.5-1.5	1	1.5	37	0	0	0
6-Des-15	1	52	0	0	44	14	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	22	0	0	0
7-Des-15	0	0	0	0	20	14	1	0	0	m	0.5-2	1	1.5	13	0	0	0
8-Des-15	1	5	0	0	38	13	2	0	0	m	0.5-1.5	1	1.5	42	0	0	0
9-Des-15	0	0	0	0	139	50	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	103	0	1	2-3
10-Des-15	0	0	0	0	51	25	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	46	0	0	0
11-Des-15	0	0	0	0	24	7	0	0	0	m	0.5-1.5	18	1-1.5	22	0	0	0
12-Des-15	0	0	0	0	16	15	0	0	0	m	0.5-1.5	23	1-2	42	0	0	0
13-Des-15	0	0	0	0	15	13	1	0	0	m	0.5-1.5	72	0.5-2.5	22	0	0	0
14-Des-15	0	0	0	0	28	32	0	0	0	m	0.5-1.5	46	0.5-4	86	0	2	1-3
15-Des-15	1	7	0	0	26	7	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	26	0	0	0
16-Des-15	1	6	0	0	21	12	0	0	0	m	0.5-1.5	1	1	23	0	0	0
17-Des-15	0	0	0	0	1	13	0	0	0	m	0.5-1.5	3	1-2	16	0	0	0

18-Des-15	0	0	0	0	8	13	0	0	0	m	0.5-1.5	13	0.5-3	25	0	0	0
19-Des-15	0	0	0	0	5	11	0	0	0	m	0.5-1	2	0.5	12	0	0	0
20-Des-15	0	0	0	0	2	7	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	11	2	0	0
21-Des-15	0	0	0	0	1	14	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	16	0	0	0
22-Des-15	0	0	0	0	2	14	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	7	0	0	0
23-Des-15	0	0	0	0	2	11	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	21	3	0	0
24-Des-15	0	0	0	0	1	12	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	14	0	0	0
25-Des-15	1	53	0	0	8	15	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	16	0	0	0
26-Des-15	0	0	0	0	1	8	0	0	0	m	0.5-1.5	9	1-2	10	0	0	0
27-Des-15	0	0	0	0	2	9	0	0	0	m	0.5-1	0	0	16	0	0	0
28-Des-15	0	0	0	0	5	11	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	16	2	0	0
29-Des-15	0	0	0	0	11	15	0	0	0	m	0.5-1.5	9	1-2	22	0	0	0
30-Des-15	0	0	0	0	1	12	0	0	0	m	0.5-1.5	0	0	18	0	0	0
31-Des-15	0	0	0	0	4	16	1	0	0	m	0.5-1.5	0	0	24	0	0	0

Lampiran 4.

Peta Administrasi Kota Ternate – Maluku Utara





**SEKRETARIAT DAERAH
KOTA TERNATE**

**PETA ADMINISTRASI KOTA TERNATE
PROVINSI MALUKU UTARA**

NAMA PETA

KOTA TERNATE



U
Skala 1 : 70.000
0 5 10 20 30 40 50 Km

LEGENDA

<ul style="list-style-type: none"> Sungai Jaringan Jalan Jaringan Jalan Utama Sides Kecamatan Sides Kelurahan Danau Milestone Demenge 	<p>Warna Ketinggian :</p> <ul style="list-style-type: none"> 1700 - 1750 M 1500 - 1600 M 1000 - 1500 M 500 - 1000 M 0 - 500 M 0 - 200 M Lebih dari 200 M
---	---

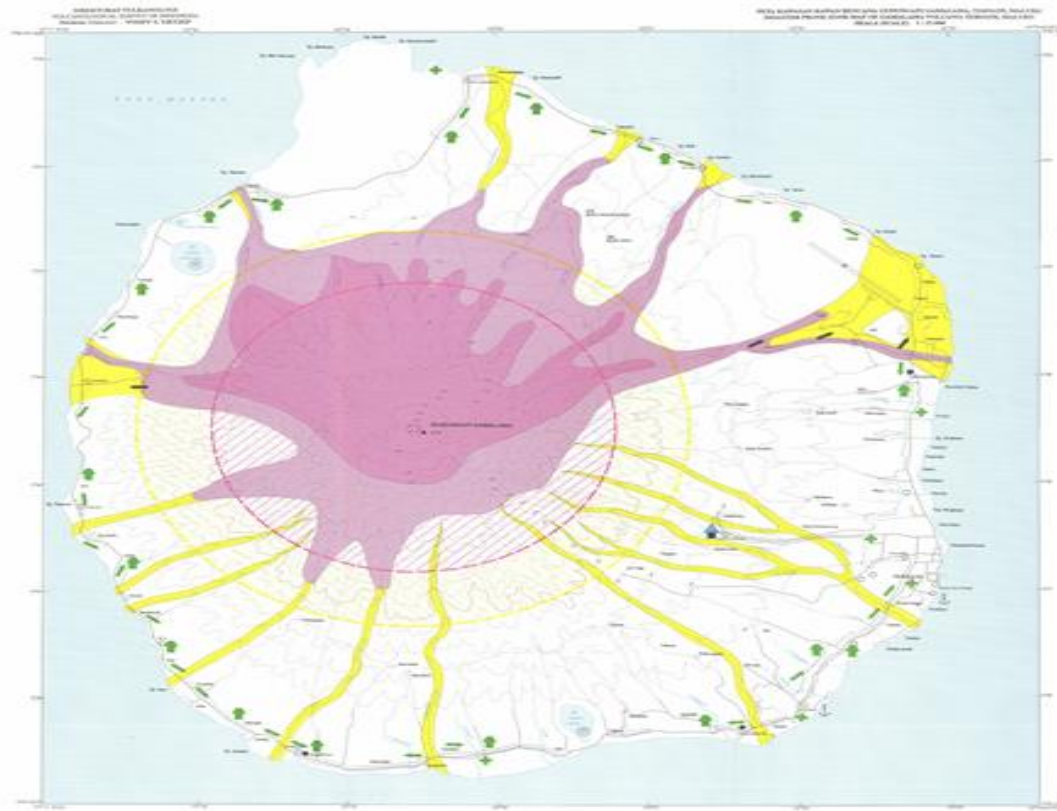
Kantor Administrasi :

- Kantor Walikota
- Kantor Kecamatan
- Kantor Kelurahan

Lampiran 5.

**Peta Kawasan Rawan Bencana
Gunungapi Gamalama Ternate**

PETA KAWASAN RAWAN BENCANA GUNUNGAPI GAMALAMA, TERNATE, MALUKU
 DISASTER PRONE ZONE MAP OF GAMALAMA VOLCANO, TERNATE, MALUKU





KETERANGAN / EXPLANATION


KAWASAN RAWAN I / PRONE ZONE I

-  Berpotensi terlanda lahar/banjir dan kemungkinan dapat terkena percikan awan panas dan aliran lava.
Potentially affected by lahar and the possibility of pyroclastic flows and lava flows extension
-  Kawasan terdapat hujan abu dan kemungkinan lontaran batu (gijar).
Potentially affected by ash falls and possibly ejected rock fragments (glowing)
3,5 Km

KAWASAN RAWAN II / PRONE ZONE II

-  Berpotensi terlanda awan panas, aliran lava, guguran batu (gijar) dan aliran lahar.
Potentially affected by pyroclastic flows, lava flows, glowing rock fragments and lahar
-  Kawasan terdapat lontaran batu (gijar) dan hujan abu lebat.
Potentially threatened by ejected rock fragments (glowing) and heavy ash falls
2,5 Km

KAWASAN RAWAN III / PRONE ZONE III

-  Sering terlanda awan panas, aliran lava, lontaran awan guguran batu (gijar).
Frequently affected by pyroclastic flows, lava flows, ejected rock fragment (glowing)



Lampiran 6.

Peta Geologi Gunungapi Gamalama Ternate

