

**ANALISIS AKTIVITAS SEISMIK GUNUNG GUNTUR
GARUT JAWA BARAT BERDASARKAN SPEKTRUM
FREKUENSI DAN SEBARAN HIPOSENTER BULAN
JANUARI – MARET 2013**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

oleh :

INDRIA RESTIKA ANGGRAENI
0910930051-93



JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS BRAWIJAYA MALANG

2014

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
ANALISIS AKTIVITAS SEISMİK GUNUNG
GUNTUR GARUT JAWA BARAT
BERDASARKAN SPEKTRUM FREKUENSI
DAN SEBARAN HIPOSENTER BULAN
JANUARI – MARET 2013

LEMBAR PENGESAHAN

Oleh :

INDRIA RESTIKA ANGGRAENI
0910930051-93

Telah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D
NIP.196312271 991 031 002

Dr. Hetty Triastuty
NIP.197106231 998 032 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo, M.Si, Ph.D
NIP. 196312271 991 031 002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : INDRIA RESTIKA ANGGRAENI

NIM : 0910930051-93

Jurusan : FISIKA

Penulis Tugas Akhir berjudul :

**ANALISIS AKTIVITAS SEISMIK GUNUNG
GUNTUR GARUT JAWA BARAT
BERDASARKAN SPEKTRUM FREKUENSI
DAN SEBARAN HIPOSENTER BULAN
JANUARI – MARET 2013**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas Akhir adalah benar-benar karya saya sendiri, dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain, karya-karya yang tercantum dalam Daftar Pustaka Tugas Akhir ini, semata-mata digunakan sebagai acuan/referensi.
2. Apabila kemudian hari diketahui bahwa isi Tugas Akhir saya merupakan hasil plagiat, maka saya bersedia menanggung akibat hukum dari keadaan tersebut.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

**Malang, April 2014
Yang menyatakan,**

**(Indria Restika Anggraeni)
NIM. 0910930051-93**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian seismisitas Gunung Guntur dengan data bulan Januari 2013 hingga Maret 2013. Penelitian dilakukan dengan metoda analisis spektrum frekuensi dan analisis hiposenter. Analisis spektrum frekuensi digunakan untuk mengetahui nilai frekuensi domainnya. Dan analisis hiposenter digunakan untuk mengetahui kedalaman sumber gempa. Sinyal gempa diperoleh dari 4 stasiun seismik. Yaitu, Citiis, Masigit, Kabuyutan dan Sodong. Sinyal seismik diseleksi terlebih dahulu untuk mendapatkan event gempa dan mengelompokkannya.

Berdasarkan analisis spektrum frekuensi, diperoleh kandungan frekuensi gempa vulkanik berkisar antara 3.03 Hz hingga 9.81 Hz. Nilai ini dapat dikorelasikan dengan struktur geologi Gunung Guntur yang merupakan suatu kawasan dengan sesar aktif disekitarnya. Analisis hiposenter menunjukkan kedalaman sumber gempa berkisar antara 0.3 km – 5 km arah barat yang merupakan kawah Gunung Guntur. Serta kedalaman gempa tektonik antara 9 km – 92 km dengan sebaran yang acak.

Kata kunci : Gunung Guntur, Gempa Vulkanik, Gempa tektonik, frekuensi, hiposenter.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



ABSTRACT

A seismicity studies has been done on Guntur volcano using seismic data record from Januari 2013 to March 2013. Spectrum analysis and hypocenter analysis method were used in this study. Spectrum analysis was used to determine the domain frequency, and hypocenter analysis was used to know the depth of earthquake source. The signal were obtained from 4 seismic stations. Which were Citiis, Masigit, Kabuyutan and Sodong station. The signal were selected to get th event.

Based on the spectrum analisys of volcanic earthquake, the frequency ranged from 3.03 Hz to 9.81 Hz. This frequency can be correlated with geological structure surrounding of Guntur Volcano, which is the faults in West Java. The hypocenter distribution of volcanic earthquake around Guntur Volcano is between 0.3 km and 5 km under the crater, and the hypocenter distribution of tectonical earthquake around Guntur volcano ranged from 8 km to 92 km.

Keyword : Guntur volcano, volcanic earthquake, tectonic, frequency, hypocenter

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Assalamuallaikum Wr.Wb,

Bismillahirrahmanirrahim, Alhamdulillah robbil 'alamin, segala puji dan syukur kepada Allah SWT Tuhan semesta alam. Atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **ANALISIS AKTIVITAS SEISMIK GUNUNG GUNTUR GARUT JAWA BARAT BERDASARKAN SPEKTRUM FREKUENSI DAN SEBARAN HIPOSENTER BULAN JANUARI – MARET 2013** sebagai jalan untuk menyelesaikan pendidikan S-1 di Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.

Pada kesempatan yang terbatas ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Allah SWT (Sang Maha pengatur segalanya yang selalu memberikan rencana yang terbaik) atas segala kesempatan, kesehatan, dan rezeki-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan Skripsi dengan baik
2. Kedua Orangtuaku tercinta (Bapak Subakhtiar dan Ibu Irawati) dan adikku, Indra Wahyu Setiawan dan seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis.
3. Bapak Adi Susilo, Ph.D selaku Ketua Jurusan Fisika dan sebagai pembimbing akademik penulis yang telah meluangkan waktunya dan memberikan perhatian serta arahan selama menempuh pendidikan S-1.
4. Ibu Hetty Triastuty selaku pembimbing II di Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Bandung. Terimakasih untuk arahan dan bimbingannya. Terimakasih untuk meluangkan waktu membimbing penulis selama melakukan penelitian di PVMBG.
5. Seluruh Staff di PVMBG, khususnya Pak Alux, Pak Hendra, Bapak dan Ibu perpustakaan yang telah membantu penulis.

6. Teman seperjuangan, Sasmita, Wella, Yoppie . Terimakasih untuk waktu, dukungan, pengalaman, dan kesabaran kalian.
7. Keluarga Besar Fisika 2009, Vidho (*terimakasih bantuannya*), Dyah, Cemot, Delfi, Agus Salim, Dahlia, Vio, Binti, Intan, Rio, Nurul, Devita, Atok, Dayadi, Robby, Soufi, Firman, Hasib, Kevin, Yesika, Nella, Ratih, Ibnu, Muslih, Ali, Sofyan, Eko, Zar, Yunita, Chum, Iin, Ella, Yunia, Fera, Nia, Cwi, Vivin, Umi, Rouf, Husein, Mareta, Ade, Miara, Tika, Yunia, Silvi, Tia, Hilman, Randy, Momo. Terimakasih untuk semua usaha kalian yang mengagumkan itu.
8. Mas Wisnu untuk do'a, kesabaran, hiburan dan dukungannya.
9. Saudaraku Dora, Geng Konoha, spesial BTT (Alam, Devi, Icha, Hanun, Reny dan Dina) yang selalu menghibur penulis saat stress, terimakasih hiburan, serta semangat kalian.
10. Seluruh mahasiswa dan alumni Fisika UB, terutama angkatan 2009. Kalian adalah teman-teman terbaik yang pernah penulis miliki.
11. Semua pihak yang telah membantu, sedikit atau banyak, sengaja atau tidak sengaja, masing-masing punya peran dalam penulisan karya ini, walau tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Tak ada yang sempurna di dunia ini. Demikian pula dengan penulisan Tugas Akhir yang penulis yakin masih sangat jauh dari kesempurnaan. Sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, April 2014

Penulis

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR..... | iii |
| LEMBAR PERNYATAAN | v |
| ABSTRAK..... | vii |
| ABSTRACT..... | ix |
| KATA PENGANTAR..... | xi |
| DAFTAR ISI..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xv |
| DAFTAR TABEL..... | xvi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2. Perumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 5 |
| 2.1. Kondisi Geologi Gunung Guntur..... | 5 |
| 2.2. Sejarah Aktivitas Gunung Guntur..... | 7 |
| 2.3. Gelombang Seismik..... | 9 |
| 2.4. Gunungapi..... | 13 |
| 2.5. Gempa Gunungapi..... | 14 |
| 2.6. Penentuan Spektrum Frekuensi | 6 |
| 2.7. Penentuan Hiposenter | 17 |

| | |
|--|-----------|
| BAB III METODE PENELITIAN | 21 |
| 3.1. Waktu dan Tempat Penelitian | 21 |
| 3.2. Rancangan Penelitian | 21 |
| 3.3. Materi Penelitian | 21 |
| 3.4. Langkah Penelitian..... | 22 |
| 3.4.1. Seleksi Data | 23 |
| 3.4.2. Analisis Hiposenter..... | 25 |
| 3.4.3. Analisis Spektrum frekuensi..... | 29 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 31 |
| 4.1. Data Penelitian | 31 |
| 4.2. Hasil Spektrum vulkanik Gunung Guntur..... | 32 |
| 4.2. Hasil Penentuan Hiposenter | 39 |
| BAB V PENUTUP | 47 |
| 5.1. Kesimpulan | 47 |
| 5.2. Saran | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|----------------------|---|----|
| Gambar 1.1 | Sebaran Gunungapi di Indonesia(Faniza, 2013)..... | 1 |
| Gambar 2.1 | Penampang Gunung Guntur menggunakan Global Mapper8..... | 5 |
| Gambar 2.2 | Gunung Guntur - Jawa Barat (republika.com)..... | 6 |
| Gambar 2.3 | Peta Mitigasi Bencana Gunung Guntur – Jawa Barat dimana skala tidak sesuai dengan gambar (Hadisantono.dkk, 2003)..... | 7 |
| Gambar 2.4 | Ilustrasi penjalaran gelombang P (Afnimar, 2009) | 10 |
| Gambar 2.5 | Ilustrasi penjalaran gelombang S (Afnimar, 2009)..... | 11 |
| Gambar 2.6 | Ilustrasi penjalaran gelombang Rayleigh (Afnimar, 2009)..... | 12 |
| Gambar 2.7 | Ilustrasi penjalaran gelombang Love (Afnimar, 2009) | 12 |
| Gambar 2.8 | Gempa Vulkanik A (Nugraha,2009)..... | 14 |
| Gambar 2.9 | Gempa Vulkanik B (Nugraha,2009)..... | 14 |
| Gambar 2.10 | Gempa Letusan (Nugraha,2009)..... | 15 |
| Gambar 2.11 | Gempa tremor vulkanik (Nugraha,2009)..... | 15 |
| Gambar 2.12 | Ilustrasi dari klasifikasi gempa gunungapi menurut Minakami (Zobrin, 2003) | 16 |
| Gambar 2.13 | Ilustrasi penentuan hiposenter..... | 18 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Penelitian | 22 |
| Gambar 3.2 | Posisi stasiun seismik Gunung Guntur..... | 24 |
| Gambar 3.3 | Sinyal gempa pada 6 Maret 2013 pukul 22.29 WIB ... | 24 |
| Gambar 3.4 | Sinyal gempa 4 stasiun pada tanggal 6 Maret 2013 pukul 22.29 WIB..... | 25 |
| Gambar 3.5 | Koordinat stasiun pada <i>software</i> GAD | 26 |
| Gambar 3.6 | Kecepatan gelombang P dan gelombang S pada <i>software</i> GAD | 26 |
| Gambar 3.5 | Koordinat stasiun pada <i>software</i> GAD | 26 |
| Gambar 3.7 | Penentuan waktu tiba gelombang P pada stasiun Citiis tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB | 27 |
| Gambar 3.8 | Penentuan waktu tiba gelombang S pada stasiun Citiis tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB | 27 |
| Gambar 3.9 | Waktu tiba gelombang P dan gelombang S pada <i>software</i> GAD | 28 |
| Gambar 3.10 | Hasil pengolahan <i>software</i> GAD | 28 |
| Gambar 3.11a) | Sinyal asli yang telah di filter menggunakan <i>band pass filter</i> , (b) spektrum frekuensi | 30 |

| | | |
|--------------------|---|----|
| Gambar 3.1 | Grafik jumlah gempa Gunung Guntur pada Januari – Maret 2013 | 29 |
| Gambar 4.2 | Gambar spektrum frekuensi stasiun Citiis Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB | 33 |
| Gambar 4.3 | Gambar spektrum frekuensi stasiun Citiis Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB | 33 |
| Gambar 4.4 | Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB | 34 |
| Gambar 4.5 | Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB dengan pemotongan data 1024 | 37 |
| Gambar 4.6 | Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB dengan pemotongan data 4096 | 37 |
| Gambar 4.7 | S Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB dengan pemotongan data 1024 | 38 |
| Gambar 4.8 | Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB dengan pemotongan data 4096 | 38 |
| Gambar 4.9 | Penyebaran Episenter | 41 |
| Gambar 4.10 | Penyebaran hiposenter pada proyeksi Barat-Timur .. | 42 |
| Gambar 4.11 | Penyebaran hiposenter pada proyeksi Selatan-Utara | 43 |



DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Sejarah aktiitas Gunung Guntur (Kartsjoso,1991)..... | 8 |
| Tabel 3.1 Posisi stasiun seismik Gunung Guntur | 23 |
| Tabel 4.1 Data hasil seleksi gempa vulkanik..... | 32 |
| Tabel 4.2 Koordinat hiposenter gempa vulkanik..... | 42 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran A Hasil Result GAD..... | 51 |
| Lampiran B Hasil analisis hiposenter | 57 |
| Lampiran C Hasil Global Mapper | 59 |
| Lampiran D Hasil analisis spektral frekuensi | 60 |

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki gunungapi terbanyak di dunia. Kurang lebih 129 gunungapi aktif tersebar di wilayah Indonesia. Atau sekitar 15% gunungapi di dunia tersebar di wilayah Indonesia. Gambar 1.1 menunjukkan sebaran gunungapi aktif di wilayah Indonesia. Banyaknya gunungapi aktif di Indonesia disebabkan karena Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada pada daerah lingkaran gunungapi (*ring of fire*).

Indonesia merupakan negara yang rawan terjadi bencana alam. Berdasarkan kondisi geologi yang menempatkan Indonesia dalam lingkaran api, bencana alam yang kerap kali mengancam adalah gunung meletus. Sehingga diperlukan pemantauan-pemantauan secara teratur terhadap aktivitas gunungapi di Indonesia.



Gambar 1.1 Sebaran Gunungapi di Indonesia (Faniza, 2013)

Pemantauan terhadap gunungapi aktif di Indonesia dilakukan oleh badan Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Bandung. Pemantauan ini dilakukan dengan mengfokuskan

penelitian pada aktivitas gunungapi yang meliputi rekaman seismik dari gunungapi yang dipantau.

Salah satu gunungapi aktif di Indonesia adalah Gunung Guntur. Tubuh Gunung Guntur terbentuk dari hasil erupsi eksplosif dan erupsi eksplosif yang berupa aliran lava yang saling menindih (Dana, 2009). Berdasarkan sejarah, Gunung Guntur belum memperlihatkan adanya aktivitas-aktivitas seismik yang tinggi semenjak letusan terakhir pada tahun 1864. Namun pada awal tahun 2013 Gunungapi Guntur menunjukkan peningkatan aktivitas yang menaikkan statusnya sebesar satu tingkat.

Pada studi ini akan dipelajari karakteristik dari aktivitas seismik Gunung Guntur terkait dengan aktivitas bulan Januari 2013 hingga Maret 2013. Data yang digunakan merupakan rekaman seismik digital Gunung Guntur bulan Januari – Maret 2013 yang didapatkan dari PVMBG. Metode ini menggunakan sensor seismometer yang telah dipasang secara permanen disekitar Gunung Guntur. Sinyal yang direkam seismometer berisi informasi waktu tiba gelombang P dan waktu tiba gelombang S. Informasi ini diolah lebih lanjut sehingga didapatkan informasi baru berupa frekuensi dan sebaran hiposenter, sehingga dapat diketahui karakteristik dari gunungapi tersebut.

Penelitian kegempaan di Gunung Guntur belum banyak dilakukan, sehingga hal tersebut menarik penulis untuk melakukan penelitian ini. Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi mengenai aktivitas Gunung Guntur sehubungan dengan waktu istirahat Gunung Guntur yang cukup lama. Selain itu dapat menambah khasanah keilmuan terhadap perilaku gunung api.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini yaitu meliputi,

1. Bagaimana sebaran hiposenter dari aktivitas seismik gunung guntur pada Januari – Maret 2013?
2. Bagaimana karakteristik gempa vulkanik Gunung Guntur pada bulan Januari – Maret 2013 ?

1.3 Batasan Masalah

Cakupan permasalahan yang akan dibahas dalam studi ini adalah

1. Aktivitas gempabumi yang dipelajari adalah aktivitas gempabumi gunung Guntur bulan Januari 2013 hingga Maret 2013
2. Pengolahan data yang dilakukan meliputi analisis hiposenter dan spectrum frekuensi
3. Gempa vulkanik yang digunakan dalam spektrum analisis meliputi gempa vulkanik A dan gempa vulkanik B.

1.4 Tujuan masalah

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari karakteristik gunungapi Guntur

1. Menentukan karakteristik Gunung Guntur berdasarkan analisis spektrum frekuensinya.
2. Menentukan sebaran hiposenter pada aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada bulan Januari 2013 hingga Maret 2013.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi tentang aktivitas Gunung Guntur, serta menambah khasanah pengetahuan untuk mengetahui perilaku gunungapi.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



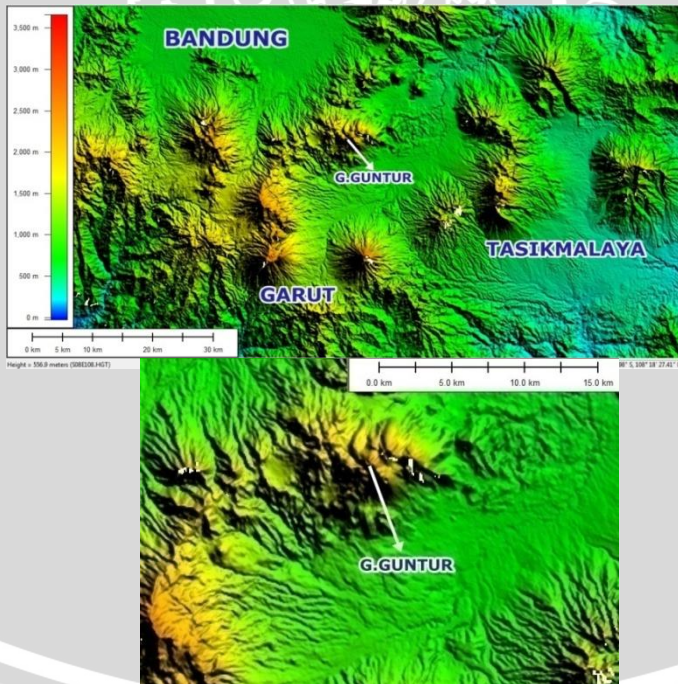
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kondisi Geologi Gunung Guntur

Gunung Guntur adalah salah satu gunungapi aktif di wilayah Barat di Indonesia. Terletak di kabupaten Garut-Jawa Barat. Gunung Guntur merupakan daerah subur sehingga terdapat banyak kawasan pertanian dan pemukiman penduduk yang tersebar di lereng gunungapi Guntur.

Berdasarkan letak geografis, Gunung Guntur terletak pada $07^{\circ} 08' 30.20''$ LS $107^{\circ} 25.69'$ BT. Gambar 2.1 menunjukkan penampang Gunung Guntur dengan menggunakan software Global Mapper 8 . Gunung Guntur merupakan gunungapi aktif tipe A, yang terdapat dalam suatu kelompok gunungapi yang disebut Komplek Gunungapi Guntur.



Gambar 2.1 Penampang Gunung Guntur menggunakan Global Mapper8

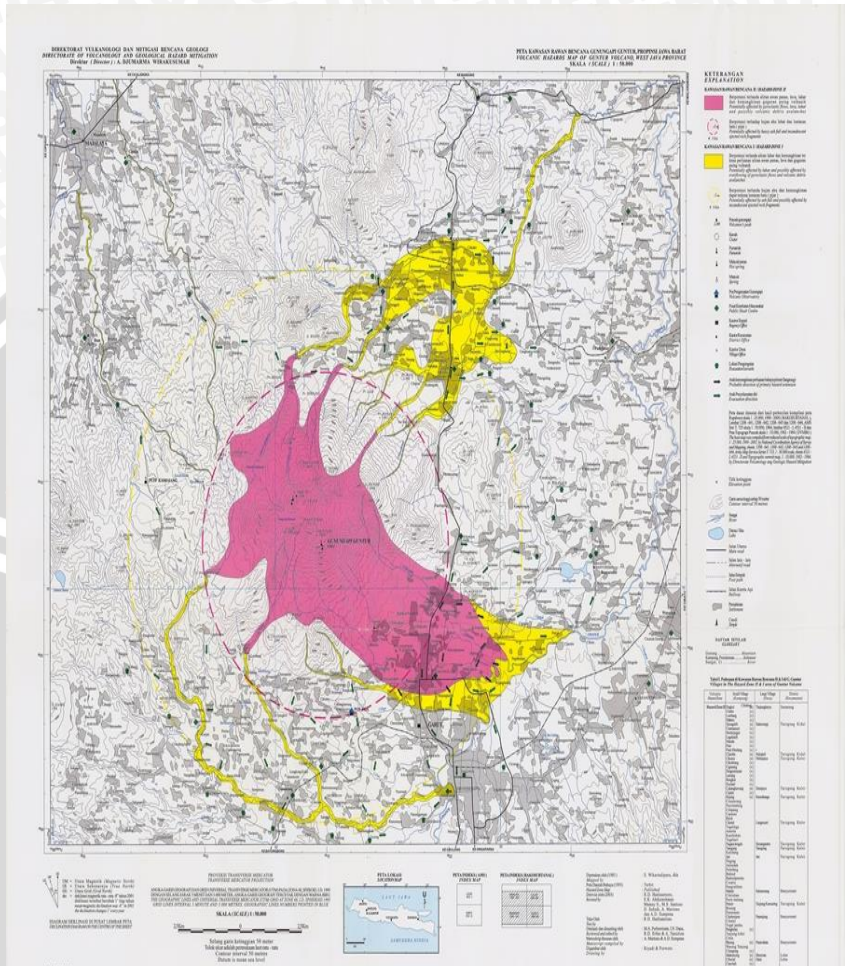


Gambar 2.2 Gunung Guntur – Jawa Barat (www.republika.com)

Hasil erupsi eksplosif dan efusif merupakan komponen pembangun tubuh dari Gunung Guntur. Hasil erupsinya sebagian besar berupa aliran lava yang masih segar dan saling menindih. Sehingga Gunung Guntur dapat diklasifikasikan dalam gunungapi lapis atau strato vulkanik (Dana, 2009).

Dari kelompok besar Gunung Guntur terdapat dua buah kaldera, yaitu kaldera Pangkalan dan kaldera Gandapura. Kaldera pangkalan terletak di sebelah barat, sedangkan kaldera Gandapura terletak di sebelah timur. Di antara kedua kaldera ini terbentuk rekahan memanjang dan membentuk kerucut-kerucut gunungapi (Meriyani, 2011). Kerucut-kerucut gunungapi tersebut antara lain Gunung Batususun, Gunung Agung, dan Gunung Picung dibagian utara. Terdapat Gunung Masigit, Gunung Geulis, Gunung Sangiangburuan, Gunung Parupuyan dan Kabuyutan yang berbaris dari Barat laut – Tenggara terhadap gunung Guntur (Kartijoso, 1991).

Seperti namanya, ketika meletus gunungapi Guntur memiliki suara yang keras seperti suara guntur. Selain itu gunungapi Guntur juga memiliki nama *Thunder Mountain*.



Gambar 2.3 Peta Mitigasi Gunung Guntur – Jawa Barat
(Hadisantono dkk, 2003)

2.2 Sejarah Aktivitas Gunung Guntur

Sejarah letusan gunung Guntur didominasi antara tahun 1800 – 1900. Di mana letusan terjadi dalam tempo pendek dan didominasi oleh erupsi abu vulkanik. Selain itu terdapat aliran lava yang mencapai lembah diatas cipanas. Aliran lava di Gunung Guntur disebut *lava boot*, hal ini karena aliran lava terlihat menyerupai sepatu juga dilihat dari jauh (Dana, 2009).

Urutan terjadinya erupsi gunungapi Guntur yang tercatat dalam sejarah ditunjukkan pada tabel berikut ini :

| Tahun | Keterangan |
|-------|--|
| 1690 | Terjadi letusan yang mengakibatkan kerusakan yang cukup besar di sekitar gunung dan terdapat banyak korban jiwa |
| 1770 | Terjadi aktivitas. (tidak ada keterangan lebih lanjut) |
| 1777 | Terjadi letusan. Tidak ada keterangan lebih lanjut. (Rader macker dan Hoogendrop, 1825, p.18) |
| 1780 | Terjadi letusan dengan aliran lava pijar (Sapper) |
| 1800 | Terjadi letusan eksplosif pada tengah kawah , dengan aliran lava pijar. |
| 1803 | Letusan terjadi pada 3 – 15 April pada pusat kawah. Bahan letusan terutama gas dan abu gunungapi. Abu gunungapi terbawa angin hingga Betawi |
| 1807 | Terjadi letusan pada 1-6 September |
| 1809 | Terjadi letusan pada 9 Mei |
| 1815 | Terjadi letusan pada 15 Agustus di pusat kawah |
| 1816 | Terjadi letusan pada 21 September |
| 1818 | Terjadi letusan pada 21-24 Oktober. Dengan puncak erupsi pada 21- 22 September. Hasil erupsi utama letusan gas, abu gunungapi, semburan lava pijar disekitar gunung. Tanggal 23-24 September terjadi letusan lemah dengan hasil erupsi asap tebal. |
| 1825 | Terjadi letusan pada 14 Juni. Mengakibatkan kebakaran hutan |
| 1828 | Terjadi letusan pada 15 Mei dan 8 Juli |
| 1829 | Terjadi letusan yang mengakibatkan kerusakan pada beberapa desa dan menelan korban jiwa |

| | |
|------|---|
| 1832 | Terjadi letusan pada 16 Januari dan 8-13 Agustus |
| 1833 | Terjadi letusan pada 1 September |
| 1834 | Terjadi letusan pada bulan Desember |
| 1840 | Tanggal 24 Mei pukul 02.30 tampak tiang asap dan api muncul dari kawah. Disusul aliran lava pijar menuju cipanas. Letusan terjadi disertai ledakan dahsyat menyebabkan kaca jendela di Garut hancur. Lemparan bom vulkanik mencapai kota Garut dan menyebabkan kerusakan. Korban jiwa tidak diberitakan. |
| 1841 | Letusan pada 14 November yang mengakibatkan 400.000 batang pohon kopi rusak |
| 1843 | Terjadi letusan dengan suara guntur dahsyat pada 4 Januari pukul 9.00. Disusul tiang asap hitam tebal diatas kawah. Letusan dan abu gas terjadi hingga 14.00 awan dan abu vulkanik terbawa hingga Betawi, Sukabumi, Cianjur dan Bogor. |
| 1847 | Terjadi letusan gas dan abu disertai letusan suara guntur pada 16 dan 17 Desember. Abu vulkanik terbawa hingga Cianjur. |

Tabel 2.1 Sejarah aktivitas Gunung Guntur
(Kartijoso, 1991)

Pada umumnya Gunung Guntur melakukan kegiatan erupsi memiliki tempo pendek berulang setiap 5-12 hari. Hingga tahun 2013 belum diberitakan adanya erupsi di Gunung Guntur. Sehingga periode istirahat Gunung Guntur memiliki waktu terpanjang yaitu selama 166 tahun.

2.3 Gelombang Seismik

Gelombang merupakan gejala yang timbul adanya gangguan yang memiliki sifat menjalar atau merambat membawa energi di

dalam medium sekitarnya (Swastadi, 2009). Gelombang seismik merupakan gelombang mekanis yang muncul karena gempa bumi. Gempa bumi juga dapat timbul karena adanya sumber gelombang seismik buatan. Sumber gelombang buatan ini akan membangkitkan gangguan sesaat dan lokal yang disebut gradient tegangan (*stress*). Gangguan ini menyebabkan adanya osilasi kedudukan partikel, osilasi tekanan dan osilasi rapat massa. Gelombang merambat melalui medium dan merambat kesegala arah sehingga terjadi transportasi energi dari satu tempat ke tempat yang lain. Adanya variasi kecepatan dikarenakan gelombang yang merambat kesegala arah mengalami pemantulan dan pembiasan. Dan pada jarak tertentu gerakan partikel ini direkam sebagai fungsi waktu. Data inilah yang digunakan untuk analisa struktur permukaan tanah (Welayaturomadhona, 2013).

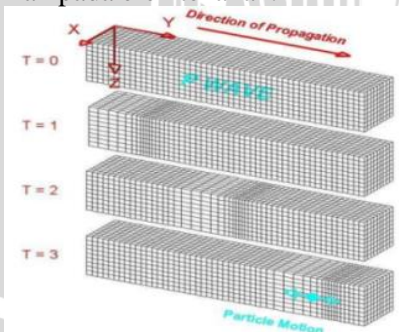
Pada medium isotropis gelombang seismik memiliki dua tipe dengan kecepatan yang berbeda-beda. Kedua tipe tersebut antara lain:

1. Gelombang Badan

Merupakan gelombang yang menjalar dalam media elastik dan arah perambatannya ke seluruh bagian di dalam bumi. Gelombang badan terdiri dari gelombang P dan gelombang S

a. Gelombang Primer (*Pressure wave*)

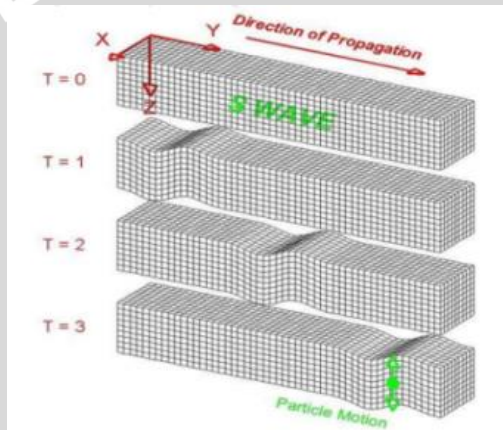
Gelombang primer di sebut juga gelombang kompresi, gelombang ini menginduksi gerakan partikel media dalam arah paralel terhadap arah penjalaran gelombang. Gelombang P memiliki sifat datang paling awal, dan bergerak dengan mendasarkan pada efek tekanan.



Gambar 2.4 Ilustrasi penjalaran gelombang P (Afnimar, 2009)

b. Gelombang Sekunder (*Shear Wave*)

Gelombang S merupakan gelombang transversal atau gelombang rotasi atau gelombang geser. Gelombang ini menyebabkan gerakan partikel media dalam arah tangensial (Shearer, 2009). Gelombang S tidak dapat merambat di air. Terdapat dua buah tipe gelombang S yaitu *Shear Vertical (SV)*, apabila arah getar gelombang S terpolarisasi pada bidang vertikal dan *Shear Horizontal (SH)*, apabila arah getar gelombang S terpolarisasi pada bidang horizontal (Munadi, 2000).



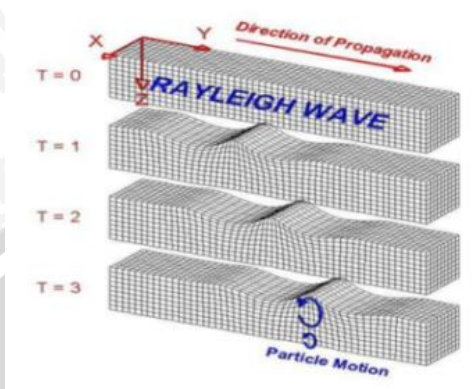
Gambar 2.5 Ilustrasi penjalaran gelombang S
(Afnimar, 2009)

2. Gelombang Permukaan

Gelombang permukaan merupakan gelombang yang merambat di permukaan dengan frekuensi rendah dan amplitudo tinggi. Frekuensi gelombang ini akan semakin melemah bila semakin masuk kedalam medium.

a. Gelombang Rayleigh

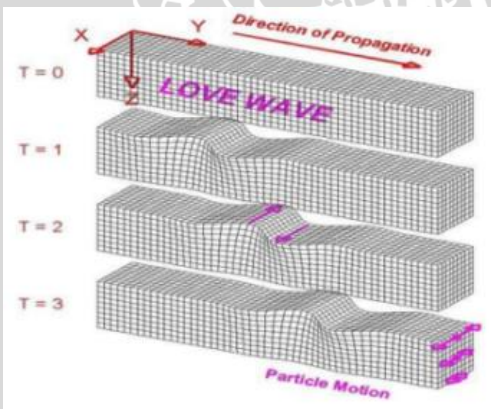
Merupakan gelombang yang terbentuk akibat interferensi gelombang pantul P dan SV. Gerak partikel yang dilewati berbentuk elips. Amplitudo gelombang ini berkurang terhadap kedalaman (Afnimar, 2009).



Gambar 2.6 Ilustrasi penjaran gelombang Rayleigh (Afnimar, 2009)

b. Gelombang Love

Merupakan gelombang yang terbentuk akibat adanya interferensi gelombang P dan SH. Gerak partikel yang dilewati mengikuti pola elips pada bidang horizontal sementara penjaran ke arah lateral (Munadi, 2000). Amplitudo berkurang terhadap kedalaman.



Gambar 2.7 Ilustrasi penjaran gelombang Love (Afnimar, 2009)

2.4 Gunungapi

Indonesia merupakan negara dengan jumlah gunungapi terbanyak di dunia. Letak Indonesia yang tepat di atas batas divergen antara kerak benua (Eurasia dan Australia) dan kerak samudra (Indo-Australia) menjadikan wilayah Indonesia dalam kawasan *ring of fire*. Gunungapi dapat terbentuk baik di daratan ataupun di dalam laut. Koesomadinata (dalam Mulyo, 2004) menjelaskan bahwa gunungapi adalah saluran yang menghubungkan suatu wadah berisi magma. Gunungapi dapat didefinisikan sebagai sistem saluran fluida panas yang memanjang dari kedalaman 10 km di bawah permukaan bumi sampai ke permukaan bumi, termasuk endapan hasil akumulasi material yang dikeluarkan pada saat terjadi letusan (Wellayaturomadhona, 2013).

Teori lempeng bumi muncul pada tahun 1960. Teori ini menjelaskan bahwa bumi sebagai materi bersifat dinamik dan mengalami pergeseran secara kontinyu dari waktu ke waktu. Permukaan bumi tertutup oleh enam lempeng tektonik yang besar dan masih banyak yang kecil-kecil. Lempeng tersebut kaku dan bergerak sendiri-sendiri sebagai kesatuan yang koheren. Pergerakan lempeng seringkali menyebabkan timbulnya zona aktif pada sepanjang batas lempengnya.

a. Batas Divergensi

Terjadi apabila lempeng-lempeng bergerak saling menjauh mengakibatkan material dari selubung naik ke atas membentuk lantai samudra baru. Contoh : The Great Rift Alley – Afrika Timur. dan Oceanic Ridge – Samudra Atlantik

b. Batas konvergen

Terjadi apabila lempeng-lempeng bertemu dan menyebabkan salah satu lempeng menyusup di bawah lempeng lainnya (subduksi).

c. Batas transform

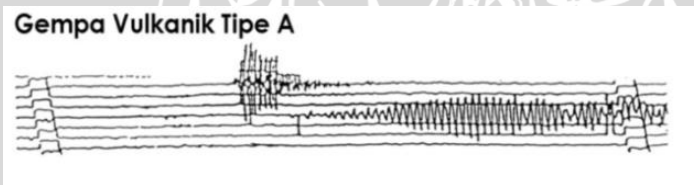
Terjadi apabila lempeng tektonik bersinggungan tanpa membentuk atau merusak litosfer.

Gunungapi akan terbentuk pada zona subduksi (daerah penujaman). Pada suatu penujaman akan menghasilkan rekahan yang terbuka. Rekahan ini akan menjadi jalan keluar magma hingga mencapai permukaan bumi dan terbentuklah deretan gunungapi. Contohnya sepanjang pulau-pulau Sumatera, Jawa dan Nusa Tenggara (Saphie dkk, 2011)

2.5 Gempa Gunungapi

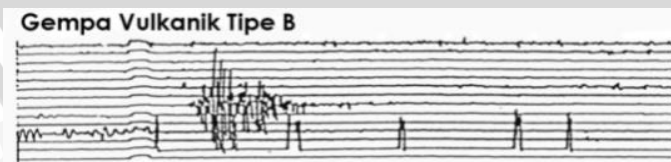
Gempa bumi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu gempa tektonik dan gempa vulkanik. Gempa vulkanik terjadi di sekitar gunungapi dan menjadi pertanda keaktifan gunungapi tersebut (Perwita, 2011). Klasifikasi gempa vulkanik menurut T.Minakami dalam (Andryana, 2009) . Klasifikasi gempa gunungapi menurut Minakami dibagi menjadi empat tipe berdasarkan kedalaman sumber gempa dan kenampakan bentuk sinyal gempa. Tipe gempa tersebut antara lain :

- a. Gempa gunungapi tipe A (vulkanik A / VA) memiliki kedalaman antara 1 km hingga 20 km. Tipe gempa ini muncul pada suatu gunungapi yang aktif. Penyebab dari gempa ini adalah naiknya magma ke permukaan yang disertai oleh rekahan-rekahan. Gempa gunungapi tipe ini memiliki ciri waktu tiba gelombang P dan S yang jelas. Gempa gunungapi tipe A terdiri dari dua macam. Yang pertama adalah gempa ini diakibatkan oleh tekanan dari bawah ke atas pada saat sebelum terjadi letusan. Dan yang kedua adalah gempa ini terjadi karena adanya penurunan tekanan sesudah letusan berlangsung.



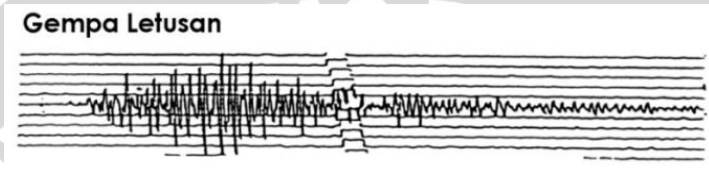
Gambar 2.8 Gempa vulkanik tipe A (Nugraha, 2009)

- b. Gempa gunungapi tipe B (vulkanik B / VB) memiliki kedalaman kurang dari 1km dari kawah gunungapi yang aktif. Gempa gunung api tipe B memiliki gerakan awal jelas namun waktu tiba gelombang S tidak jelas. Gempa gunungapi ini seringkali dijumpai pada gunungapi dengan tipe letusan vulkano.



Gambar 2.9 Gempa vulkanik tipe B (Nugraha, 2009)

- c. Gempa letusan adalah gempa yang terjadi karena adanya letusan gunungapi yang bersifat eksplosif. Berdasarkan hasil pengamatan yang ada hingga saat ini gempa letusan memiliki arah gerak awal gerakan ke atas (*push up*). Hal ini menjelaskan bahwa gempa letusan ditimbulkan oleh mekanisme sumber tunggal yang positif.

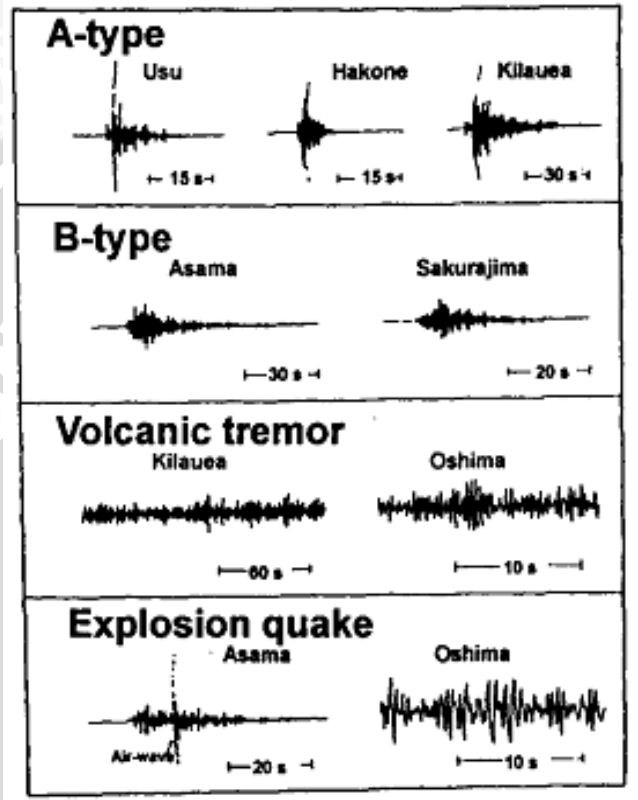


Gambar 2.10 Gempa Letusan (Nugraha, 2009)

- d. Tremor gunungapi adalah gempa yang terus terjadi disekitar gunungapi. Tremor gunungapi dibedakan menjadi 2, yaitu tremor harmonik dan spasmodik. Tremor harmonik adalah getaran yang terus menerus dengan frekuensi harmonik. Tremor spasmodial adalah tremor yang terbentuk karena gempa gunungapi saling bertumpukan. Tremor dapat terjadi karena adanya pergerakan magma/lava.



Gambar 2.11 Gempa Tremor vulkanik (Nugraha, 2009)



Gambar 2.12 Klasifikasi gempa vulkanik menurut T Minakami (Wellayaturomadhona,2013)

2.6 Penentuan Spektrum Frekuensi

Analisis seismik dalam seismologi menggunakan algoritma. Tranformasi fourier merupakan metode yang digunakan dalam perubahan sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi tanpa mengubah sifat fisisnya. Jika sinyal didefinisikan sebagai $x(t)$ maka pasangan tranformasi fouriernya adalah

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i\omega t} dt \quad (2.1)$$

Dimana $X(\omega)$ dengan $\omega = 2\pi f$

Dengan $x(t)$ adalah gelombang yang terpisah menjadi beberapa gelombang sinus, dan $X(\omega)$ adalah tranformasi fourier dari $x(t)$ dan $i = \sqrt{-1}$. Sehingga persamaan tersebut dapat ditulis kembali

$$\begin{aligned} X(\omega) &= \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\cos(\omega t)dt - i \int_{-\infty}^{\infty} x(t)\sin(\omega t)dt \\ &= \text{Re}[X(\omega)] - i \text{Im}[X(\omega)] \\ &= |X(\omega)|e^{i\varphi(\omega)} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Dan diperoleh spektrum amplitudo

$$|X(\omega)| = \sqrt{(\text{Re}[X(\omega)])^2 + (\text{Im}[X(\omega)])^2} \quad (2.3)$$

Serta persamaan spektrum fasa

$$\varphi[\omega] = \tan^{-1} \left(-\frac{\text{Im}[X(\omega)]}{\text{Re}[X(\omega)]} \right) \quad (2.4)$$

Sedangkan invers dari tranformasi Fourier dinyatakan dalam

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega)e^{i\omega t} d\omega \quad (2.5)$$

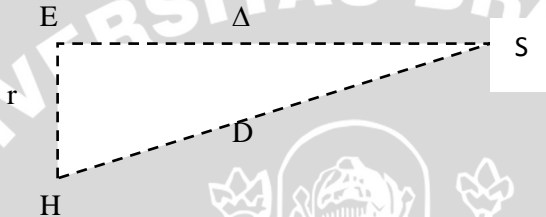
Kedua fungsi tersebut dinyatakan sebagai pasangan tranformasi Fourier, $H(\omega) \Leftrightarrow h(t)$.

Fast Fourier Transform(FFT) merupakan bentuk dari tranformasi fourier untuk mendapatkan informasi frekuensi. FFT bekerja dengan cara membagi sinyal ke dalam dua bagian. Satu bagian berisi semua bilangan genap dan satu lainnya berisi semua nilai indeks ganjil. Sinyal yang terbagi selanjutnya terbagi kembali secara berulang sampai tidak dapat terbagi kembali .

2.7 Penentuan Hiposenter

Dalam penentuan lokasi gempa, baik itu hiposenter (titik di dalam bumi tempat bermulanya gempa bumi) ataupun episenter (proyeksi hiposenter pada permukaan bumi) terdapat banyak sekali

metode-metode yang digunakan. Asumsi yang digunakan untuk menurunkan perumusan estimasi hiposenter adalah gelombang seismik dianggap merambat dalam lapisan homogen isotropik sehingga kecepatan gelombang konstan dalam penjarannya. Dapat pula dikatakan bahwa apabila medium dianggap homogen dan pancaran sumber berada dalam kondisi simetri bola (sferis), maka muka gelombang (wave front) dalam penjarannya akan berbentuk sferis dengan kecepatan konstan. Berikut ditunjukkan garis hiposenter dan episenter :



keterangan :

E : Episenter

H : Hiposenter

S : Stasiun seismik

D : Jarak hiposenter

Δ : Jarak episenter

r : kedalaman hiposenter

Gambar 2.13 Ilustrasi grafis penentuan hiposenter

Salah satu metode untuk menentukan hiposenter adalah dengan analisa beda waktu tiba sinyal seismik yang datang pada beberapa stasiun. Jika menggunakan banyak stasiun, perlu diketahui dahulu factor k (koefisien jarak) dari gunung. Dasar perhitungannya adalah dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut:

$$(X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 + (Z - Z_1)^2 = (t_i - t_0)^2 Vp^2$$

$$(t_i - t_0)Vp = (S - P)_i k \quad (2.6)$$

Dimana :

I = 1,2,3,dan 4 (stasiun ke-*i*)

X,Y,Z = koordinat sumber gempa yang tidak diketahui

(X,Y,Z)_i = koordinat stasiun seismograf

K = koefisien jarak yang tidak diketahui

t_i = waktu tiba gelombang P

t₀ = saat terjadinya gempa yang tidak diketahui

Konstanta jarak (k) adalah merupakan konstanta OMORI :

$$D = \frac{V_p \cdot V_s}{V_p - V_s} (S - P) \quad (2.7)$$

$$\frac{V_p \cdot V_s}{V_p - V_s} = k \quad (2.8)$$

Dimana :

- V = cepat rambat gelombang P
- V_s = cepat rambat gelombang S
- D = jarak hiposenter (sumber gempa)
- $S - P$ = beda waktu tiba gelombang S dan P

Untuk memudahkan penjelasan, diumpamakan koordinat titik sumber adalah S yaitu X_i, Y_i, Z_i . Dan koordinat stasiun diumpamakan titik H yaitu X, Y, Z . Dengan kedua koordinat tersebut, dapat dihitung panjang garis SH atau D , yaitu :

$$SH^2 = (Y - Y_i)^2 + (X - X_i)^2$$

Dan

$$D^2 = SH^2 + (Z - Z_i)^2$$

$$D^2 = (X - X_i)^2 + (Y - Y_i)^2 + (Z - Z_i)^2 \quad (2.9)$$

Dengan contoh penurunan rumus diatas, bila digunakan untuk kasus 4 stasiun seismograph, didapat 4 rumusan pula, sebagai berikut:

$$D_1 = (X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2 + (Z - Z_1)^2$$

$$D_2 = (X - X_2)^2 + (Y - Y_2)^2 + (Z - Z_2)^2$$

$$D_3 = (X - X_3)^2 + (Y - Y_3)^2 + (Z - Z_3)^2$$

$$D_4 = (X - X_4)^2 + (Y - Y_4)^2 + (Z - Z_4)^2 \quad (2.10)$$

Analisa dengan cara diatas memerlukan ketelitian pembacaan beda waktu tiba antara gelombang P dan S, atau lebih dikenal dengan istilah (S-P) (Siswawidjoyo, 1981).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat pelaksanaan

Penelitian dilaksanakan selama bulan April 2013 – Desember 2013 di sub-Bidang Pengamatan Gunungapi, Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Jl. Diponegoro 50 Bandung, Jawa Barat dan di Jurusan Fisika Universitas Brawijaya, Malang. Daerah Penelitian adalah Gunung Guntur, Kabupaten Garut, Jawa Barat.

3.2 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan analisis data sekunder yang didapatkan dari Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) Bandung. Data yang digunakan merupakan data seismik digital hasil rekaman (seismogram) bulan Januari – Maret 2013 untuk Gunung Guntur. Dari data yang didapatkan dilakukan pengolahan data dan analisa nilai frekuensi, waktu tiba gelombang P, waktu tiba gelombang S dan penyebaran hiposenternya.

3.3 Materi Penelitian

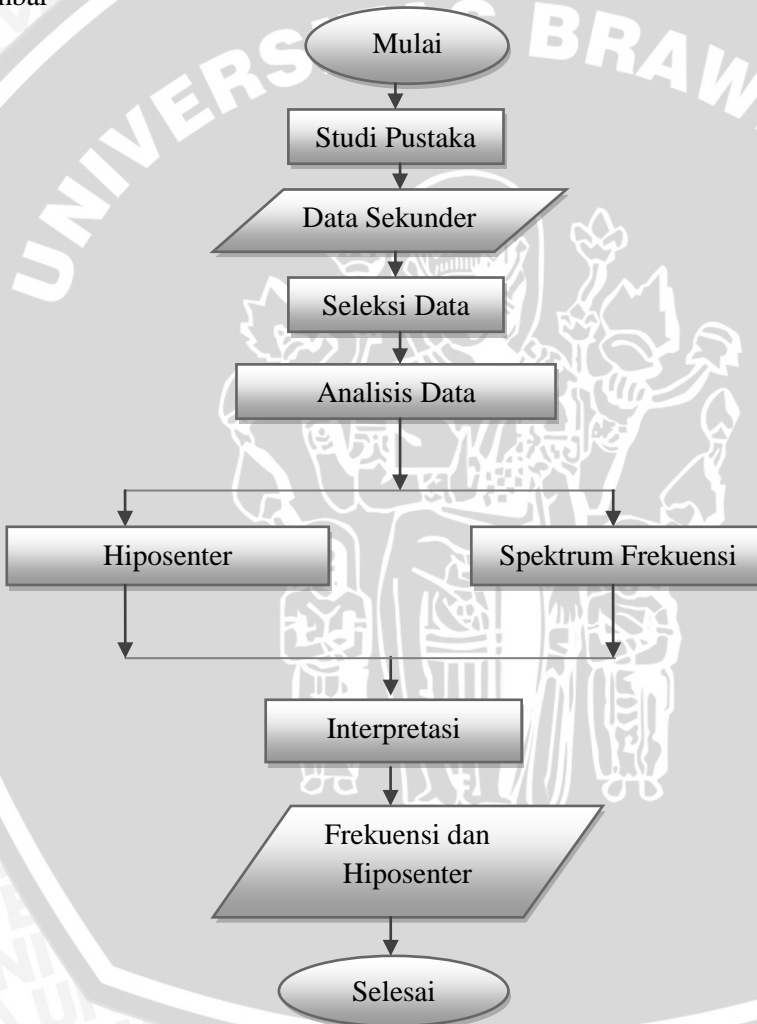
Materi yang berupa data dan alat pengolah data yang digunakan dalam penelitian antara lain :

1. Rekaman seismik digital gempa Gunungapi Guntur pada Bulan Januari hingga Maret 2013
2. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian berdasarkan kegunaannya dalam pengolahan data diantaranya:
 - a. *SR900 LS7 WVE* untuk pembacaan rekaman sinyal digital
 - b. *Global Mapper 8* untuk penentuan koordinat puncak, dan penentuan kontur.
 - c. *GAD (Geiger's method with Adaptive Damping)* untuk penentuan hiposenter gempa.
 - d. *Origin 7.0* untuk pembuatan peta kontur gunungapi Guntur dan sebaran event gempa. Digunakan pula pada pembuatan kedalaman gempa serta penentuan spectrum frekuensi.

e. *Microsoft Excel* untuk perhitungan serta plotting data

3.4 Langkah penelitian

Penelitian menggunakan pengolahan data seismik dan didapatkan interpretasi mengenai kegiatan gempa di gunungapi Guntur. Secara umum langkah yang dilakukan dapat dilihat pada gambar



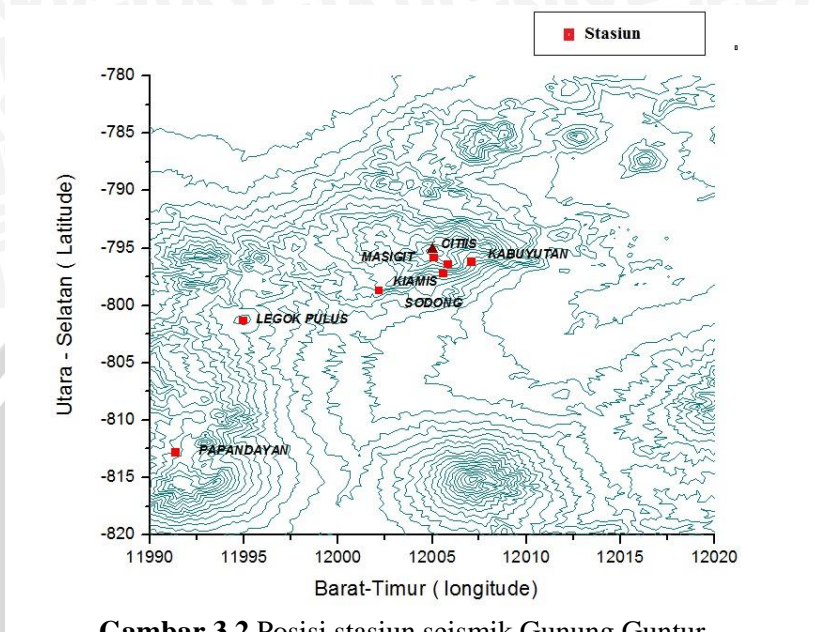
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Seleksi Data

Seleksi data merupakan tahap awal dalam pengolahan data. Seleksi data digunakan untuk memilih data hasil rekaman sinyal seismik Gunung Guntur Jawa Barat. Sehingga dapat dibedakan antara gempa vulkanik dan gempa tektonik yang ada di Gunung Guntur – Jawa Barat.

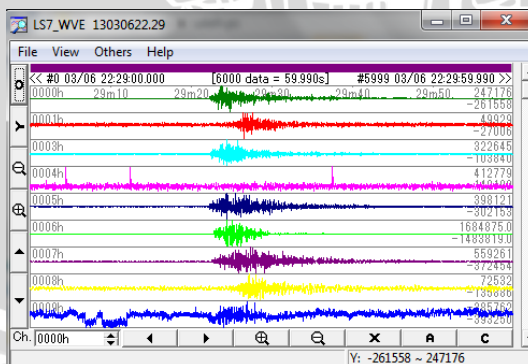
Seleksi dilakukan pada data Gunung Guntur bulan Januari – Maret 2013 menggunakan 4 stasiun dari 7 stasiun yang ada. Pada proses seleksi stasiun yang digunakan ada yang berubah. Hal ini dikarenakan ada stasiun yang rusak. Koordinat stasiun ditunjukkan pada tabel 3.1 dibawah ini :

| Channel | Stasiun | Posisi Geografis | | |
|---------|------------|------------------|-----------------|--------------|
| | | Latitude | Longitude | Latitude (m) |
| 000 | Citiis | 7° 09'10.32"S | 107° 51'33.06"N | 1450 |
| 001 | Kiamis | 7° 11'54.9"S | 107° 45'1.38"N | 1650 |
| 003 | Masigit | 7° 08'56.72"S | 107° 50'28.84"N | 2190 |
| 004 | Papandayan | 7° 18'07.19"S | 107° 43'04.43"N | 2070 |
| 005 | Sodong | 7° 09'42.04"S | 107° 50'44.06"N | 1582 |
| 006 | LegokPulus | 7° 10' .31.15"S | 107° 48'54.12"N | 1400 |
| 009 | LGP (Z) | | | |
| 00A | LGP (E) | | | |
| 007 | Kabuyutan | 7° 09'15.30"S | 107° 50'53.32"N | 1930 |



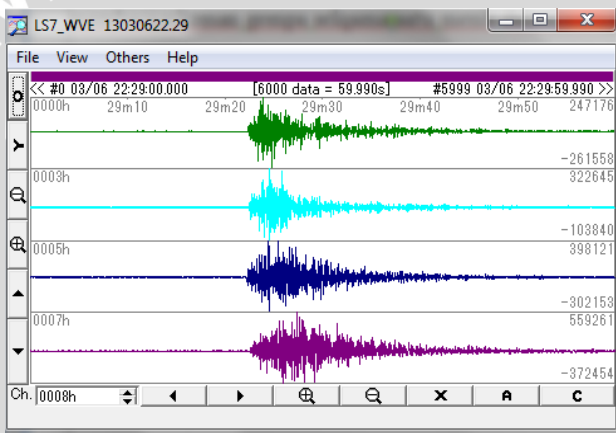
Gambar 3.2 Posisi stasiun seismik Gunung Guntur

Gambar 3.2 menunjukkan lokasi dari stasiun yang ada di Gunung Guntur. Simbol kotak berwarna merah merupakan tempat dimana seismometer diletakkan. Pembacaan data seismik menggunakan software SR900 LS7 WVE. Semua data yang diolah merupakan data digital. Software ini membaca rekaman gempa selama satu menit dalam satu jendela.



Gambar 3.3 Sinyal gempa pada 6 Maret 2013 pukul 22.29 WIB

Data kejadian gempa yang diperoleh dari rekaman di stasiun seismik, ditampilkan oleh software SR900 LS7 WVE. Nama file menunjukkan waktu kejadian gempa yang berurutan tahun, bulan, tanggal, jam dan menit. Pada Gambar 3.3 merupakan tampilan rekaman dari 7 stasiun yang telah dipasang disekitar Gunung Guntur. Terdapat stasiun dengan kode 000h, 0001h, 0004h, 0005h, 0006h, 0007h, 0008h. Sedangkan tampilan data yang dianalisa hanya dari 4 stasiun pada channel 000h (citiis), 0003h (kiamis), 0005h (sodong) dan 0007h (kabuyutan). Tampilan pada LS7 WVE pada 4 stasiun ditunjukkan gambar 3.4 di bawah ini



Gambar 3.4 Sinyal gempa 4 stasiun pada 6 Maret 2013 pukul 22.29 WIB

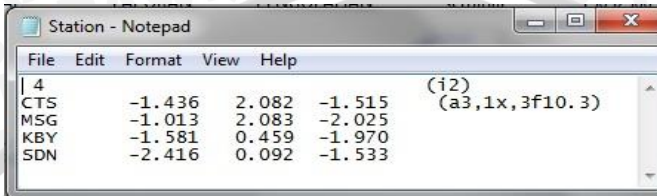
3.4.2 Analisa Hiposenter

Berdasarkan sinyal seismik yang telah diseleksi dengan menggunakan software LS7 WVE dapat dilakukan penentuan waktu tiba gelombang P dan gelombang S. Penentuan waktu tiba ini digunakan untuk mendapatkan nilai hiposenter. Data-data yang dibutuhkan dalam penentuan hiposenter antara lain :

1. Koordinat stasiun

Station.dat merupakan data yang digunakan untuk koordinat stasiun pengamatan. Data ini terdiri dari 3 kolom yaitu x , y dan elevasi (ketinggian) dalam satuan km. Baris pertama

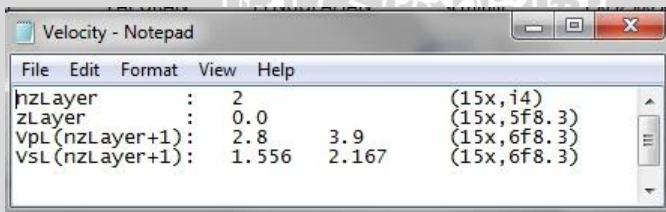
menunjukkan jumlah stasiun pengamatan. Keterangan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.5 dibawah ini,



Gambar 3.5 Koordinat stasiun pada *software* GAD

2. Kecepatan

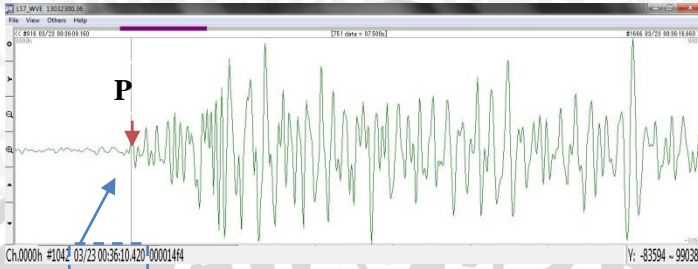
Velocity.dat merupakan data kecepatan gelombang P dan gelombang S yang merambat disekitar Gunung Guntur. Baris pertama menunjukkan banyaknya lapisan. Baris kedua menunjukkan *Z coordinate of discontinuity*, namun pada penerapan jalannya program tidak digunakan. Baris ketiga menunjukkan nilai kecepatan gelombang P, serta baris keempat menunjukkan nilai kecepatan gelombang S. keterangan tersebut dapat ditunjukkan pada gambar 3.6 dibawah ini,



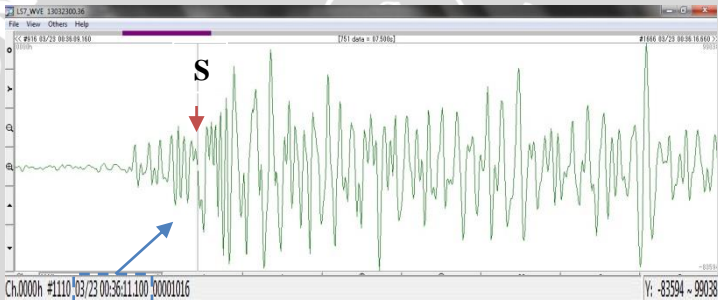
Gambar 3.6 Kecepatan gelombang P dan gelombang S pada *software* GAD

3. Data waktu tiba gelombang P dan gelombang S

Waktu tiba gelombang P dan gelombang S didapatkan dari analisis seismogram, dengan menentukan waktu tiba pada masing-masing gelombang disetiap stasiun pengamatan.



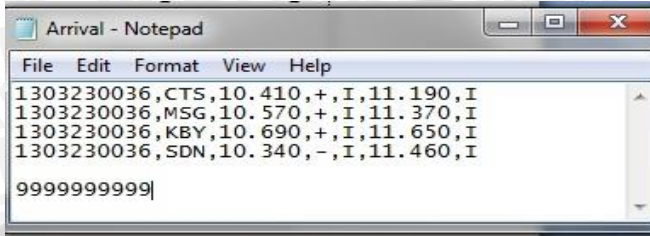
Gambar 3.7 Penentuan waktu tiba gelombang P pada stasiun Citiis tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB



Gambar 3.8 Penentuan waktu tiba gelombang S pada stasiun Citiis tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB

Gambar 3.7 dan gambar 3.8 merupakan langkah penentuan gelombang P dan gelombang S pada 23 Maret 2013 distasiun Citiis. Penentuan waktu tiba menggunakan software LS7 WVE dengan cara manual. Waktu tiba gelombang P didapat pada detik ke 10,420. Dan pada gelombang S didapat pada detik ke 11,100. Nilai waktu tiba gelombang P dan gelombang S kemudian dianalisis dengan menggunakan software GAD. Nilai waktu tiba ini dimasukkan dalam file Arrival.dat.

Arrival.dat merupakan file *input* pada *software* GAD yang berisi data kejadian gempa. Data tersebut antara lain waktu terjadinya gempa, stasiun dan waktu tiba gelombang P serta waktu tiba gelombang S.

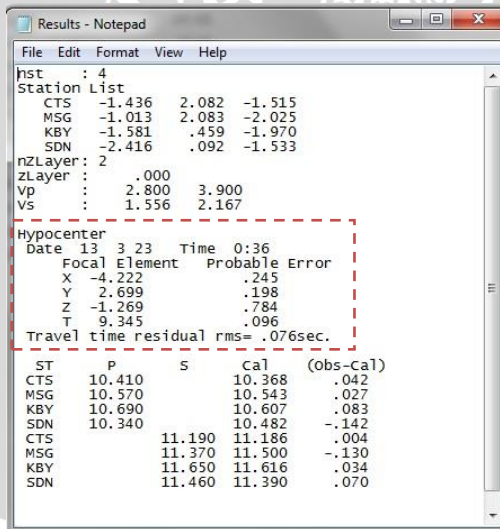


Gambar 3.9 Waktu tiba gelombang P dan gelombang S pada *software* GAD

Setelah data yang dibutuhkan lengkap, selanjutnya adalah menjalankan program GAD. Hasil yang didapat adalah koordinat hiposenter gempa.

4. Koordinat Hiposenter

Result.dat adalah data yang berisi koordinat hiposenter dari gempa. Koordinat ini berada pada baris *Focal element*. Hasil result.dat dapat dilihat pada gambar 3.10 dibawah ini :



Gambar 3.10 Hasil pengolahan *software* GAD

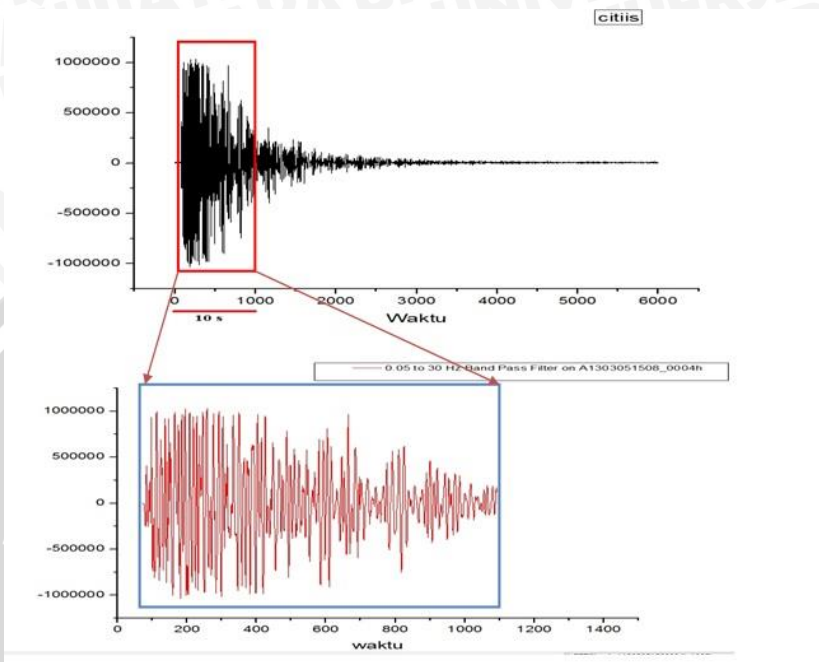
3.4.3 Analisis Spektrum Frekuensi

Analisis spektrum frekuensi dilakukan untuk mengetahui nilai frekuensi dari sinyal vulkanik yang telah diseleksi sebelumnya. Analisis spektrum frekuensi dilakukan dengan menggunakan *software* Origin 7.0 yang mengacu pada penggunaan *Fast Fourier Transform* (FFT). Data gempa disimpan dalam bentuk ASCII dengan menggunakan *software* LS7 WVE. Kemudian di *import* ke *worksheet* dalam *software* origin 7.0. Untuk menampilkan gelombang seismik dalam origin, dapat menggunakan *plot* dan pilih *line*. Dalam analisis spektrum frekuensi terdapat rangkaian proses untuk mendapatkan frekuensi dari sinyal vulkanik. Antara lain pemotongan data, pemfilteran dan aplikasi FFT.

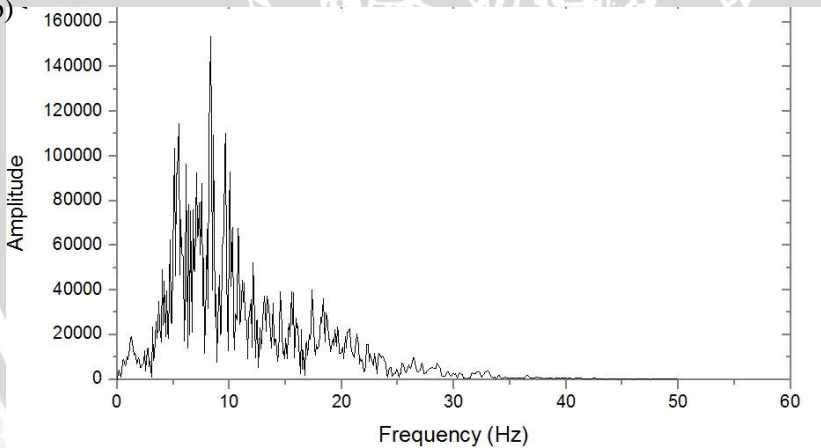
Pemotongan data memiliki kaidah yang harus dipatuhi yaitu *sampling* data harus bernilai 2^n , dimana n adalah waktu (dalam sekon) yang menunjukkan panjangnya data yang akan dipotong. Pada penelitian ini menggunakan *sampling* data 1024.

Proses pemfilteran data dilakukan setelah data dipotong. Proses filter ini menggunakan *band pass filter*. Pemfilteran dengan menggunakan *band pass filter* bertujuan untuk menimalkan efek noise berfrekuensi rendah ataupun noise berfrekuensi tinggi. Range frekuensi yang digunakan dalam pemfilteran adalah 0.05Hz sampai 30Hz.

(a)



(b)

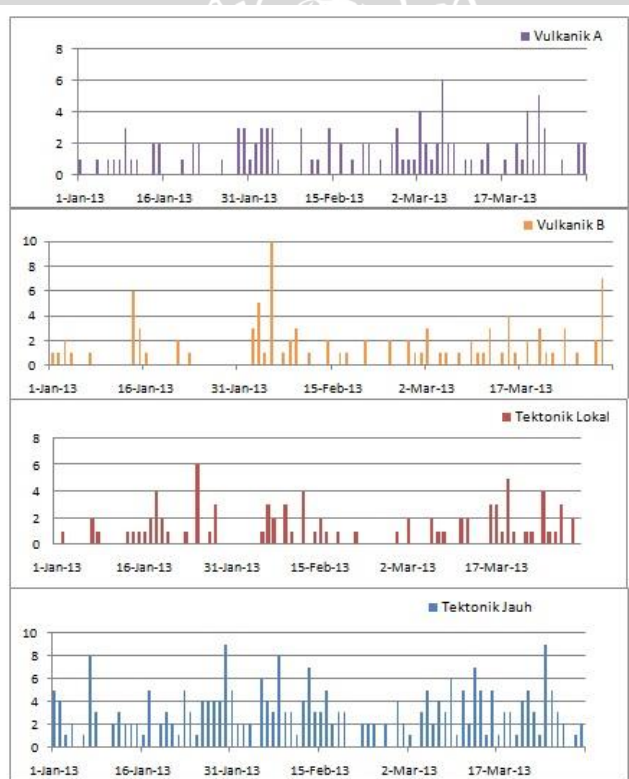


Gambar 3.11 (a) Sinyal asli yang telah di filter menggunakan *band pass filter*, (b) spektrum frekuensi

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Penelitian

Pada penelitian seismisitas Gunung Guntur ini terdapat variable – variable pengamatan yang harus diketahui. Variabel tersebut adalah frekuensi dan hiposenter. Untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan diperlukan pemilihan data yang bagus, dimana data harus terekam secara jelas pada stasiun pengamatan. Selain itu gelombang P dan gelombang S harus dapat dibedakan. Untuk itu dapat dilakukan analisa lanjutan dalam penentuan frekuensi dominannya dalam analisis spektrum frekuensi. Dibawah ini adalah grafik seismisitas Gunung Guntur pada bulan Januari – Maret 2013



Gambar 4.1 Grafik jumlah gempa Gunung Guntur pada Januari – Maret 2013

Selama bulan Januari hingga Maret 2014 tercatat 537 kejadian gempa dengan 193 diantaranya adalah gempa vulkanik. Gunung Guntur merupakan salah satu gunungapi aktif di Indonesia yang aktivitasnya banyak dipengaruhi oleh peristiwa – peristiwa tektonik di sekitarnya. Mengingat bahwa Gunung Guntur terletak di kawasan subduksi lempeng tektonik Eurasia dengan lempeng tektonik IndoAustralia.

Aktivitas vulkanik yang terjadi di Gunung Guntur tidak terlalu tinggi apabila dibandingkan dengan aktivitas tektonik disekitar Gunung Guntur. Analisis dilakukan dengan pengkajian spektrum frekuensi dan hiposenter. Dalam analisis hiposenter terhadap aktivitas Gunung Guntur dilakukan terhadap aktivitas vulkanik dan aktivitas tektonik Gunung Guntur. Untuk analisis spektrum frekuensi dilakukan seleksi terhadap gempa vulkanik. Proses seleksi menggunakan LS7_WVE, dan diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Data hasil seleksi gempa Gunung Guntur

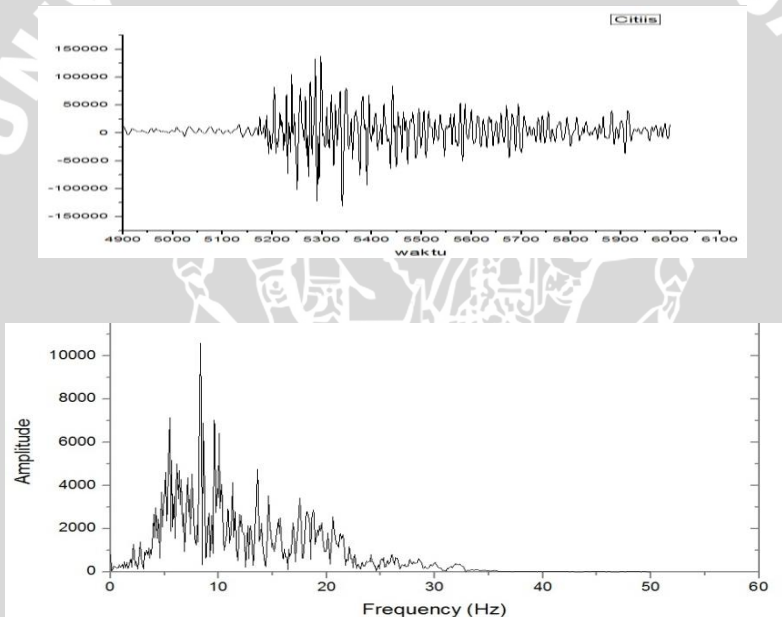
| Tanggal | waktu | Tanggal | Waktu |
|----------------|--------------|----------------|--------------|
| 1 Januari | 07.12 | 2 Februari | 03.46 |
| 1 Januari | 09.42 | 2 Februari | 18.55 |
| 2 Januari | 21.59 | 3 Februari | 13.13 |
| 8 Januari | 20.09 | 4 Februari | 45.53 |
| 10 Januari | 10.49 | 5 Maret | 15.08 |
| 30 Januari | 12.04 | 5 Maret | 16.21 |
| 31 Januari | 02.36 | 13 Maret | 00.38 |
| 31 Januari | 12.05 | 13 Maret | 19.54 |
| 1 Februari | 03.02 | 14 Maret | 00.00 |
| 1 Februari | 21.33 | 16 Maret | 08.11 |
| 2 Februari | 06.03 | 16 Maret | 22.06 |

4.2 Hasil Spektrum Vulkanik Gunung Guntur

Berdasarkan pengolahan spektrum frekuensi yang dilakukan pada rekaman sinyal seismik gempa Gunung Guntur didapatkan nilai frekuensi dominan. Nilai frekuensi dominan tersebut relatif sama pada setiap stasiun seismik.

Rekaman sinyal seismik yang didapat berada dalam domain waktu. Sinyal seismik yang berada didalam domain waktu tidak menyimpan informasi secara detail. Untuk itu diperlukan tranformasi perubahan domain waktu ke dalam domain frekuensi. Hal ini dilakukan karena informasi yang terdapat di dalam sinyal seismik yang telah dirubah dalam domain frekuensi lebih mudah proses pengkajiannya.

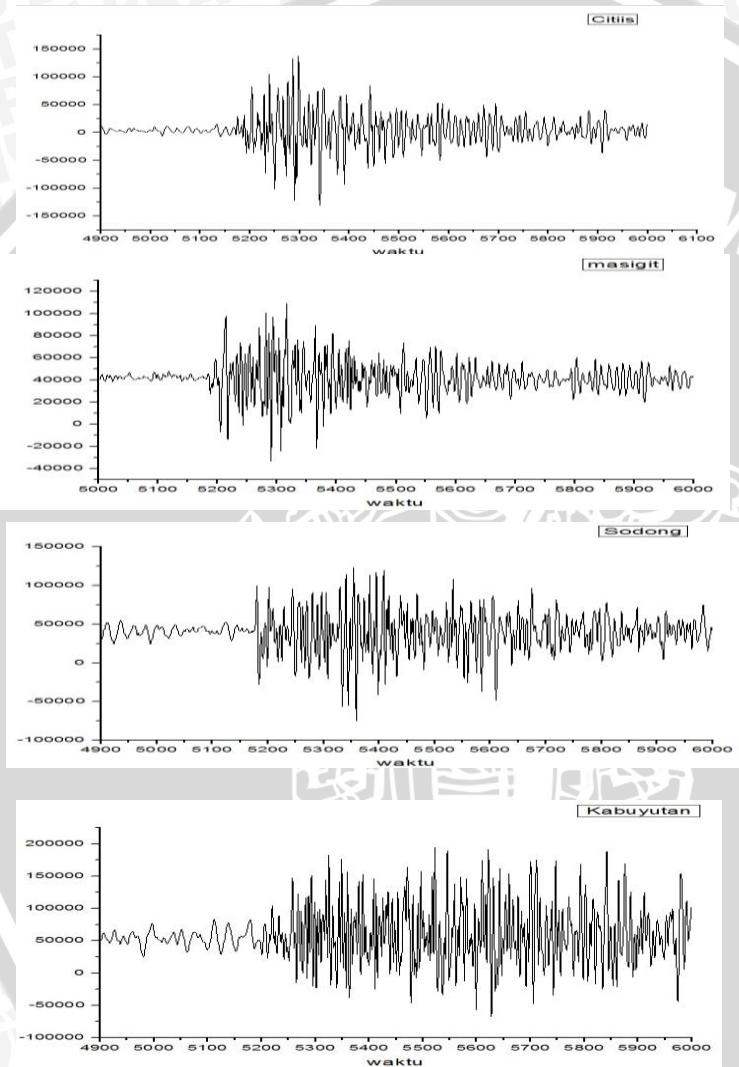
Di bawah ini ditunjukkan beberapa contoh hasil analisis spektrum frekuensi pada stasiun citiis :



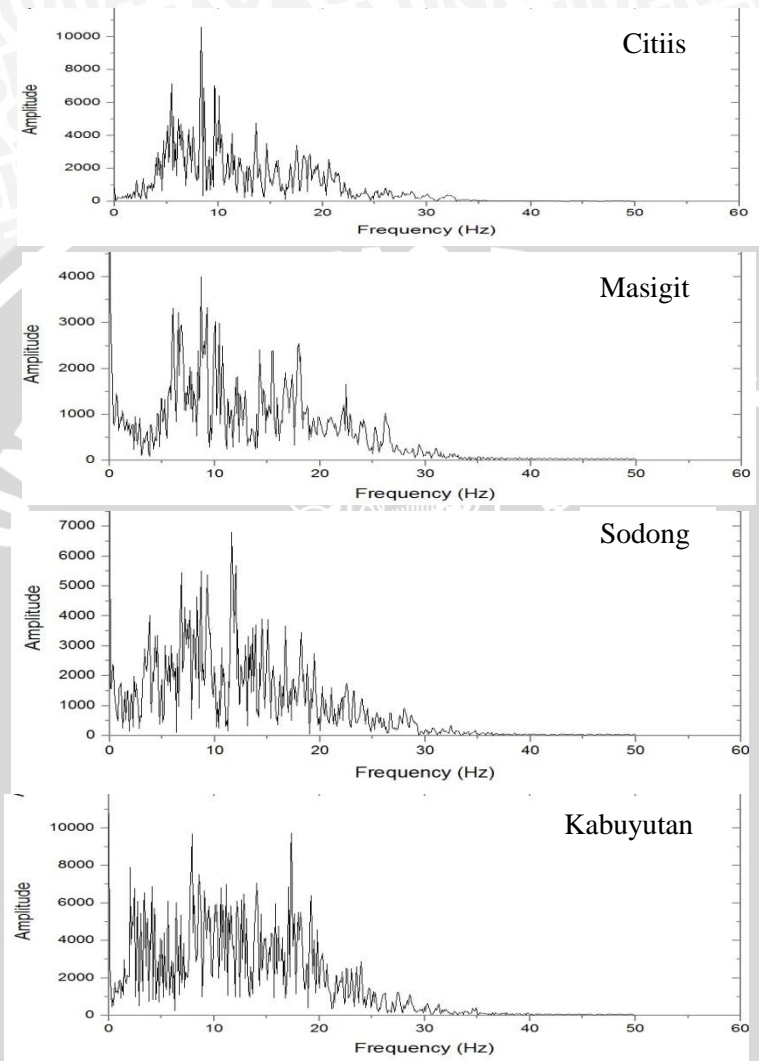
Gambar 4.2 Gambar spektrum frekuensi stasiun Citiis Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB

Gambar 4.2 di atas adalah kenampakan wavefrom dari gempa vulkanik B dan spektrum vulkanik pada stasiun Citiis. Gempa terjadi pada tanggal 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB. Pemotongan data dilakukan dengan kaidah $2n$ sebesar 1024 data. Gambar 4.3 dan

gambar 4.4 menunjukkan kenampakan wavefrom vulkanik dan spektrum frekuensi pada 4 stasiun pengamatan.



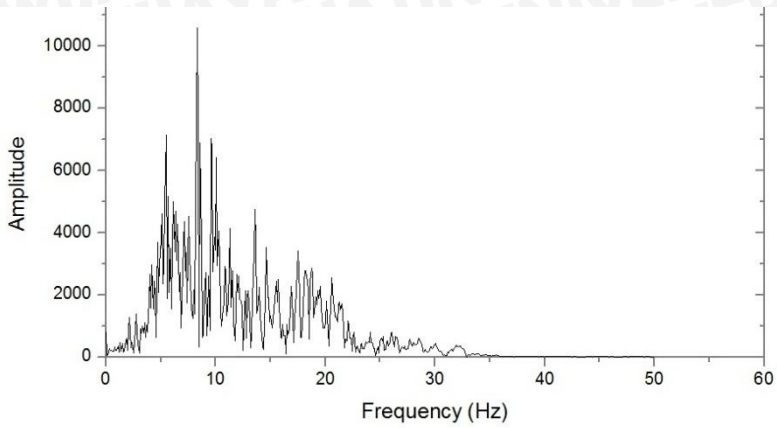
Gambar 4.3 Wavefrom vulkanik Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB



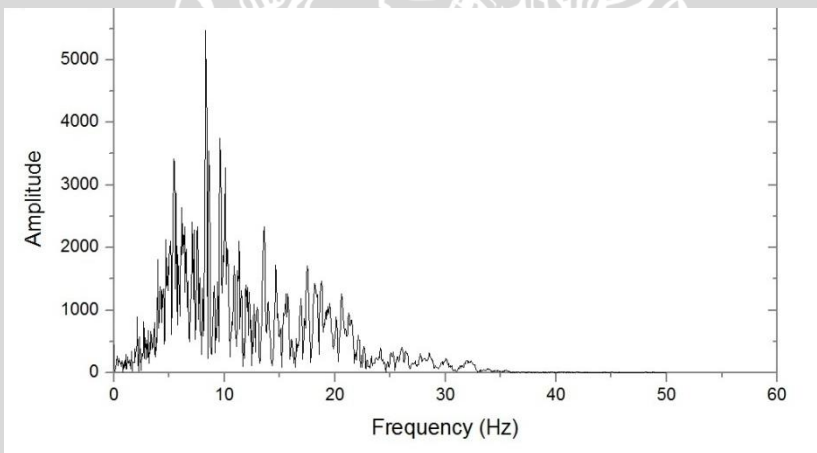
Gambar 4.4 Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB

Gambar 4.4 di atas menunjukkan spektrum frekuensi pada 4 stasiun pengamatan. Yaitu stasiun Citiis, Masigit, Sodong dan Kabuyutan. Setiap stasiun memiliki nilai frekuensi dominan. Pada stasiun Citiis frekuensi dominannya adalah 8.28 Hz. Untuk stasiun Masigit dan stasiun Sodong memiliki nilai frekuensi dominan sebesar 5.58 Hz. Serta stasiun Kabuyutan memiliki nilai frekuensi dominan 7.89 Hz. Nilai frekuensi dominan seharusnya memiliki nilai yang sama pada setiap stasiun. Namun pada kenyataannya selalu ada perbedaan dari setiap stasiun. Perbedaan nilai ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang mempengaruhi adalah perbedaan jarak setiap stasiun dengan sumber gempa (hiposenter). Gelombang seismik merupakan gelombang yang merambat melalui bawah permukaan dan akan mengalami pelemahan (antenuasi gelombang) seiring dengan bertambahnya jarak tempuh gelombang seismik dari sumbernya. Efek *spherical divergensi* atau penyebaran energi ke segala arah akibat geometri menjadi salah satu alasan adanya antenuasi gelombang.

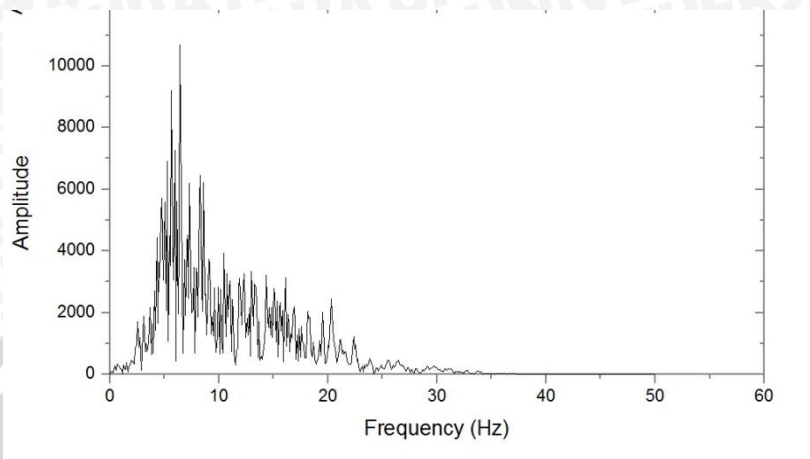
Pada kejadian yang sama dilakukan analisis tambahan dengan menambah jumlah data yang dipotong pada analisis spektrum frekuensi menjadi 4096. Hal ini dilakukan untuk membandingkan spektrum frekuensi pada $2^n = 1024$ dan $2^n = 4096$. Dari pengolahan yang dilakukan dapat diketahui bahwa nilai frekuensi dominan pada kedua spektrum frekuensi tersebut sama 5.28 Hz. Perbedaan spektrum frekuensi terlihat pada jumlah data yang terekam seperti pada gambar 4.5 dan gambar 4.6 . Gambar 4.5 menunjukkan spektrum frekuensi pada stasiun Citiis tanggal 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB dengan jumlah pemotongan data 1024. Sedangkan gambar 4.6 menunjukkan spektrum frekuensi pada stasiun Citiis tanggal 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB dengan jumlah pemotongan data 4096.



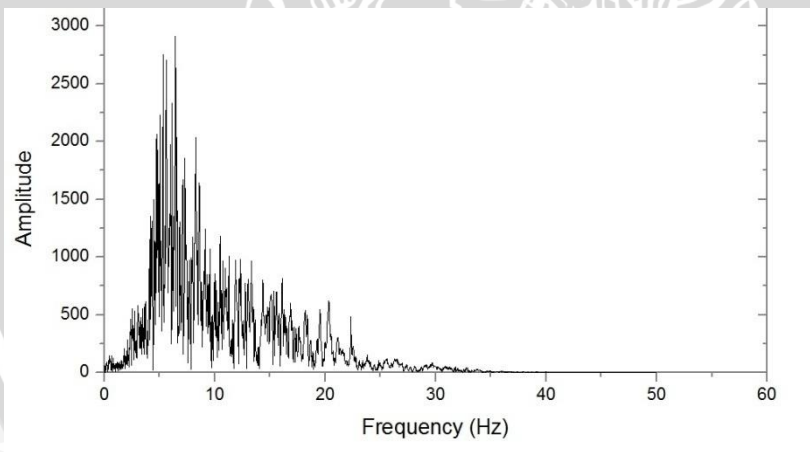
Gambar 4.5 Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB dengan pemotongan data 1024



Gambar 4.6 Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB dengan pemotongan data 4096



Gambar 4.7 Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB dengan pemotongan data 1024



Gambar 4.8 Spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur pada 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB dengan pemotongan data 4096

Perbedaan spektrum frekuensi aktivitas vulkanik Gunung Guntur juga terlihat pada gambar 4.7 dan 4.8. Gambar 4.7 merupakan kejadian gempa tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB dengan pemotongan data 1024. Gambar 4.8 merupakan kejadian gempa tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB dengan pemotongan data 4096.

Nilai frekuensi dominan pada kedua spektrum frekuensi tanggal 23 Maret 2013 memiliki nilai frekuensi dominan yang sama yaitu 6.46 Hz. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah pemotongan data tidak mempengaruhi nilai frekuensi dominan. Pemotongan data dengan interval sampling sebanyak 4096 memiliki spektrum frekuensi dengan puncak lebih banyak. Pada interval sampling 4096 memperlihatkan puncak-puncak yang tidak terlihat pada pemotongan dengan interval 1024.

Nilai frekuensi yang didapatkan dari penelitian ini berkisar antara 3.03-9.81Hz. Frekuensi ini sesuai dengan karakteristik gempa vulkanik yang memiliki nilai < 10 Hz. Namun ada beberapa nilai frekuensi yang berada diatas 10 Hz. Dimana nilai frekuensi ini juga dapat dipengaruhi oleh struktur batuan disekitar Gunung Guntur. Gunung Guntur merupakan gunungapi yang berada dalam kawasan sesar aktif Jawa Barat. Aktivitas Gunung Guntur dapat dipengaruhi adanya peristiwa tektonik yang ada disekitarnya.

4.2 Hasil Penentuan Hiposenter

Analisis data hiposenter menggunakan software GAD dan diperoleh nilai kedalaman dari masing-masing event sebagai berikut :

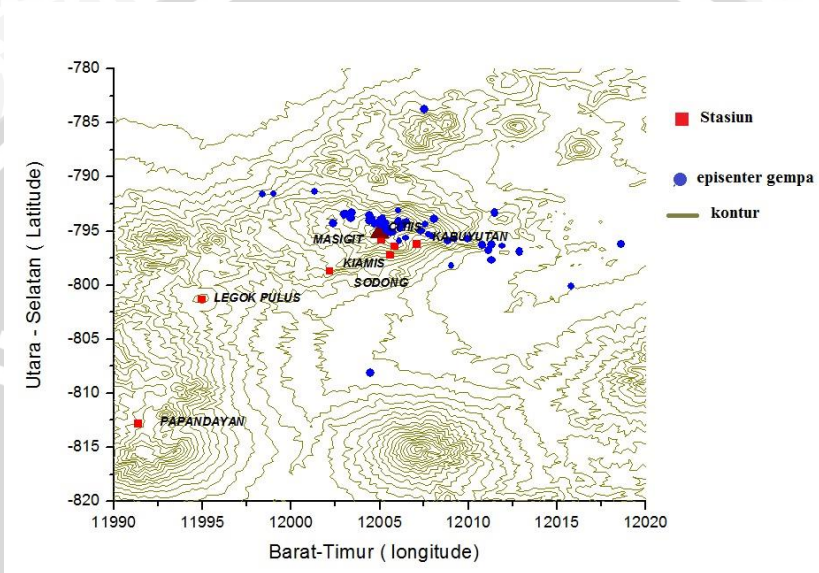
Tabel 4.2 Koordinat hiposenter gempa dalam UTM

| Tanggal | waktu even | koordinat | | | |
|------------|------------|-----------|----------|-------|-------|
| | | x | y | z | error |
| 1 Januari | 7:12 | 12013.83 | -799.241 | 0.218 | 0.07 |
| 1 Januari | 18:55 | 11998.69 | -791.873 | 5.108 | 0.178 |
| 10 Januari | 10:49 | 12007.69 | -795.604 | 2.843 | 0.066 |
| 31 Januari | 2:36 | 12007.04 | -795.115 | 0.461 | 0.107 |
| 1 Februari | 1:14 | 12005.63 | -794.789 | 1.242 | 0.037 |
| 1 Februari | 3:02 | 12006.06 | -794.56 | 2.328 | 0.092 |
| 2 Februari | 2:38 | 12005.88 | -794.838 | 0.003 | 0.068 |
| 2 Februari | 3:22 | 12004.49 | -793.736 | 0.671 | 0.083 |
| 2 Februari | 23:16 | 12005.31 | -794.263 | 2.34 | 0.165 |
| 2 Febuari | 18:18 | 12003.09 | -793.989 | 0.659 | 0.106 |
| 4 Febuari | 3:45 | 12004.17 | -793.605 | 0.1 | 0.071 |
| 14 Maret | 10:00 | 12005.48 | -787.493 | 3.06 | 0.103 |
| 15 Maret | 7:20 | 12005.77 | -793.709 | 0.879 | 0.099 |
| 18 Maret | 6:51 | 12004.1 | -794.437 | 0.331 | 0.063 |
| 18 Maret | 17:34 | 12008.39 | -798.364 | 8.856 | 0.124 |
| 19 Maret | 7:57 | 12002.73 | -792.462 | 2.924 | 0.094 |
| 20 Maret | 14:09 | 12002.62 | -793.191 | 1.567 | 0.156 |
| 20 Maret | 14:35 | 12005.6 | -792.875 | 4.525 | 0.192 |
| 20 Maret | 19:47 | 12009.83 | -797.659 | 1.823 | 0.135 |
| 21 Maret | 5:12 | 12005.54 | -795.518 | 5.536 | 0.061 |
| 23 Maret | 0:36 | 12000.28 | -792.866 | 1.69 | 0.159 |
| 24 Maret | 2:30 | 12004.29 | -793.626 | 1.762 | 0.086 |

Tabel 4.2 di atas menunjukkan lokasi dari hiposenter gempa-gempa vulkanik dan tektonik Gunung Guntur. Dimana X merupakan koordinat hiposenter dalam sumbu X. Y merupakan koordinat hiposenter dalam sumbu Y. Serta Z merupakan kedalaman (depth). Nilai Z (depth) semuanya dikonversi ke dalam format negatif. Hal ini dimaksudkan karena sebagai acuan lokasi hiposenter berada bawah permukaan laut. Gambaran lokasi penyebaran hiposenter dibawah permukaan Gunung Guntur dapat dinyatakan dalam 3 penampang. Diantaranya yaitu penampang horizontal, penampang barat-timur

dan penampang selatan-utara. Titik referensi yang digunakan adalah titik puncak gunung Guntur.

Dengan mengplot koordinat sumbu x dan sumbu y maka diperoleh :

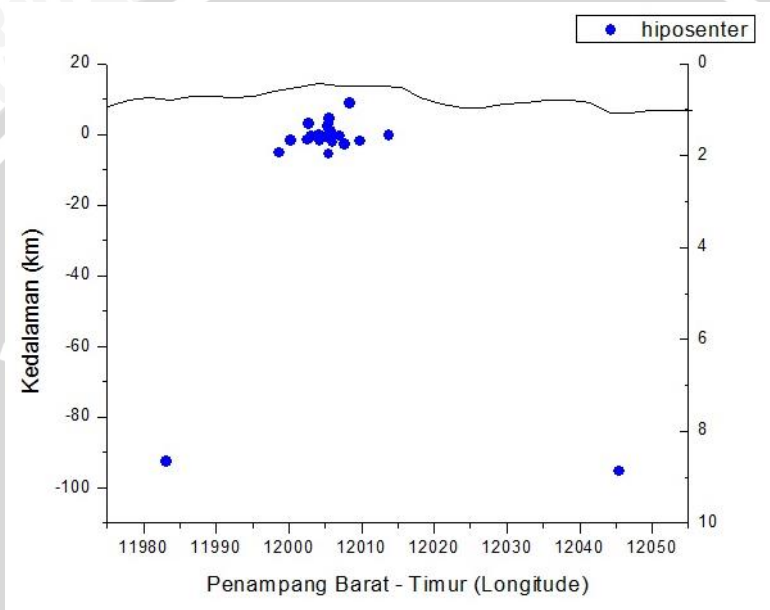


Gambar 4.9 Penyebaran episenter

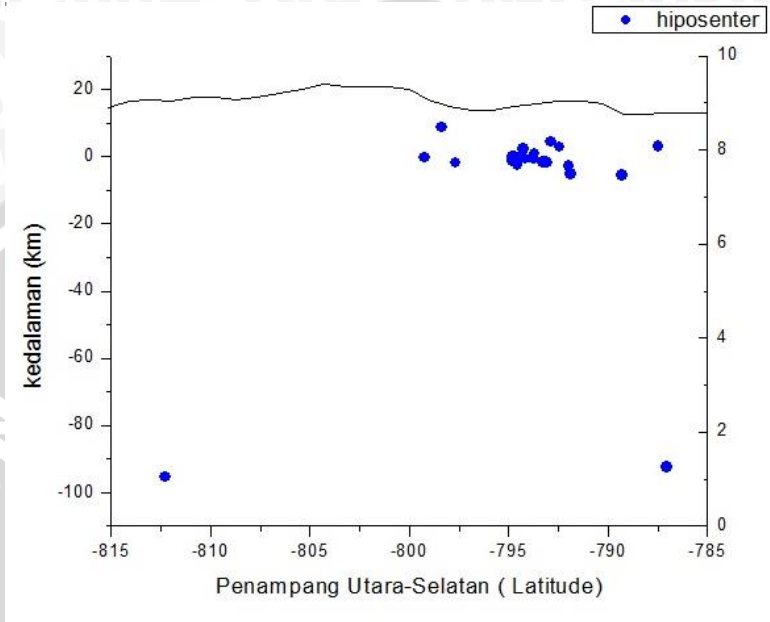
Gambar 4.7 di atas merupakan penampang horizontal yang menunjukkan penyebaran episenter gempa vulkanik dan tektonik yang terjadi di Gunung Guntur pada Januari 2013-Maret 2013 beserta stasiun yang mengamati. Penampang horizontal diatas mengacu pada koordinat x yang merupakan proyeksi barat – timur dan sumbu y yang merupakan proyeksi Utara Selatan.

Penampang Barat-Timur dilakukan untuk mengetahui kedalaman hiposenter pada bentangan Barat ke Timur. Penampang Barat-Timur dilakukan dengan mengplot sumbu x (koordinat longitude) dengan sumbu z (depth). Penampang Utara – Selatan dilakukan untuk mengetahui sebaran hiposenter pada arah Utara ke Selatan. Penyebaran hiposenter pada arah ini dilakukan dengan mengplot koordinat sumbu y (latitude) dengan sumbu z (depth)

maka diperoleh lokasi beserta kedalaman hiposenter, yang mana ditunjukkan oleh penampang dibawah ini :



Gambar 4.10 Penyebaran hiposenter Gunung Guntur pada proyeksi Barat-Timur



Gambar 4.11 Penyebaran hiposenter Gunung Guntur pada proyeksi Selatan-Utara

Penyebaran episenter gempa vulkanik Gunung Guntur terletak disekitar tubuh Gunung Guntur itu sendiri. Penyebaran gempa vulkanik membentang dibagian barat Gunung Guntur. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Hidayanti, 2011) Penyebaran episenter Gunung Guntur banyak berpusat pada kawah Gunung Guntur itu sendiri. Namun terdapat gempa tektonik di sekitar kompleks Gunung Guntur.

Sejarah erupsi Gunung Guntur pada tahun 1847 menunjukkan lamanya waktu istirahat Gunung Guntur. Sehingga peningkatan status yang terjadi pada Gunung Guntur menjadi salah satu topik penelitian yang cukup menarik. Kenaikan aktivitas Gunung Guntur pada awal tahun 2013 ditandai dengan meningkatnya aktivitas kegempaan di sekitar tubuh Gunung Guntur. Aktivitas yang terjadi di Gunung Guntur terdiri dari gempa vulkanik dan gempa tektonik. Mengingat Gunung Guntur terletak pada satu kawasan yang memiliki sesar-sesar aktif menyebabkan peristiwa tektonik tidak dapat

diabaikan. Salah satu contoh sesar aktif normal ditunjukkan pada kaldera Gandapura ke Gunung Masigit. Terdapat sesar geser dan sesar normal lainnya disebelah barat sepanjang kamojang hingga kaldera Derajat (Basuki,2010). Menurut Sadikin (dalam Meriyani,2011) kemungkinan aktivitas seismik Gunung Guntur tidak hanya dikontrol oleh aktivitas magma dari gunungapi itu sendiri, tetapi juga aktivitas tektonik yang ada disekitarnya. Walter (dalam Meriyani, 2011) menjelaskan bahwa aktivitas sesar yang aktif dapat mempengaruhi sistem magma di gunungapi dan mengubah aktivitas letusan. Disamping itu, aktivitas magma juga dapat mengubah tekanan di sesar aktif sehingga memicu terjadinya gempa tektonik.

Prediksi erupsi Gunung Guntur merupakan salah satu hal yang cukup sulit dilakukan. Hal ini disebabkan karena Gunung Guntur merupakan suatu kawasan pegunungan yang terdiri dari kerucut-kerucut aktif. Sehingga prediksi letusan akan terjadi dimana merupakan salah satu hal yang membingungkan mengingat lokasi erupsi gunung Guntur yang selalu berpindah. Erupsi terbesar gunung Guntur terjadi pada 24 Mei 1840 jam 02.30 WIB. Magma mengalir dan berakhir di Cipanas yang jaraknya 3 km arah tenggara kawah (Sutawidjaja,1998) .

Gempa yang terjadi di Gunung Guntur terdiri dari gempa vulkanik dan gempa tektonik. Tingginya frekuensi gempa tektonik berpengaruh terhadap aktivitas kegempaan yang ada di Gunung Guntur. Berkaitan dengan kedalaman gempa, tidak terlihat perbedaan ataupun perubahan yang signifikan dalam periode Januari hingga Maret 2013. Kedalaman hiposenter gempa vulkanik tergolong relatif sama yaitu berkisar antara 0.3 km sampai 8 km. Hal ini sesuai dengan karakteristik dari gempa vulkanik yang memiliki kedalaman hingga 5km dari kawah. Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa sebaran hiposenter sebagian besar berpusat pada kawah, selain itu hiposenter juga berpusat pada kaldera Gandapura dan kaldera Kamojang dengan kedalaman kurang dari 5km dibawah permukaan air laut (Iguchi, 1996; Suantika, 1997; Sadikin,2008). Kedalaman gempa tektonik antara 8 km hingga 92 km dengan pola sebaran yang tidak merata. Yaitu arah barat laut, timur laut, barat, dan barat daya. Gempa tektonik yang terjadi di Gunung Guntur merupakan Gempa tektonik lokal dan gempa tektonik Jauh. Gempa tektonik lokal dipengaruhi oleh sesar kecil yang aktif disekitar Gunung Guntur. Gempa tektonik jauh dapat terjadi karena aktivitas pada litosfer.

Kompleks Gunungapi Guntur memiliki 4 pembagian daerah. Wilayah barat Gunung Guntur merupakan daerah *Geothermal* Kamojang, gempa bumi di daerah ini dipicu oleh adanya aktivitas hidrotermal yang berada di daerah Kamojang. Daerah Malabar, atau bagian timur Gunung Guntur, aktivitas gempa di daerah disebabkan oleh aktivitas sesar. Daerah ketiga berada di wilayah *Geothermal* Drajat. Aktivitas gempa bumi yang terjadi dipengaruhi oleh sesar-sesar aktif disekitarnya, antara lain sesar Ciakut, sesar Kendang dan sesar Gagak. Daerah keempat merupakan daerah distribusi Gunung Papandayan. Yang mengikuti pola sesar Ciakut yang memanjang dari NW – SE (Meriyani,2011). Pada penelitian ini didapatkan sebaran hiposenter pada wilayah barat. Yang merupakan daerah *Geothermal* Kamojang. Tingginya aktivitas seismik di daerah ini dipicu oleh adanya aktivitas hidrotermal disekitarnya.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Seismisitas kegempaan pada Gunung Guntur pada periode Januari hingga Maret 2013 terdapat gempa-gempa vulkanik dalam (VA), vulkanik dangkal (VB), tektonik lokal (TL) , tektonik jauh (TJ) . Pada umumnya aktivitas Gunung Guntur dipicu oleh adanya aktivitas tektonik. Adapun kesimpulan dari analisis Gunung Guntur adalah sebagai berikut:

1. Nilai frekuensi dominan berkisar antara 3.03 Hz hingga 9.81Hz. Nilai frekuensi dominan ini berkaitan dengan adanya sesar sesar kecil yang aktif di sekitar Gunung Guntur.
2. Sebaran hiposenter gempa vulkanik berkisar antara 0.3 – 5 km di arah barat Kompleks Gunungapi Guntur. Dan hiposenter gempa tektonik antara 8 km – 92 km dengan pola sebaran yang tidak merata.

5.2. Saran

Saran yang diajukan untuk mendapatkan informasi lebih rinci akurat terhadap pemantauan aktivitas Gunung Guntur adalah sebagai berikut :

1. Dalam penjarannya, gelombang seismik dalam penelitian ini diasumsikan homogen isotropis. Oleh karena itu ada kalanya jika penjarannya dianggap anisotropis, sehingga hasil yang diperoleh semakin akurat.
2. Penelitian lebih lanjut mengenai karakteristik gempa Guntur seperti mekanisme sumber.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

- Andryana, Kartika.2009. *Penentuan Faktor Kualitas (Q) Medium Gunung Kelud Dengan Metode Rasio Amplitude*.Tugas Akhir. Universitas Brawijaya Malang.
- Basuki, A. 2010. *Hubungan Antara Aktivitas Vulkanik G.Guntur dengan Aktivitas Tektonik Daerah Sekitarnya*, Laporan Penelitian. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Dana, Isya Nurramat. 2009. *Panduan Gunungapi Guntur Jawa Barat*.Laporan Penelitian. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Faniza, Delfi Intan. 2013. *Karakteristik Gempa Vulkanik Gunung Ijen Jawa Timur Tahun 2012 Berdasarkan Analisa Bentuk Gelombang (Waveform)*. Skripsi.Universitas Brawijaya Malang.
- Hadisantono,Rudy.D.,AbdurrahmanE.K.,Martono.A., M.Surmayadi., M.S.Santoso. 2003. *Peta Mitigasi Gunung Guntur Jawa Barat*. Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Hidayati,S. 2010. *Mekanisme Fokus dan Parameter Sumber Gempa Vulcano-Tektonik di Gunung Guntur Jawa Barat.- Jurnal geologi Indonesia*. Badan Geologi . Bandung.
- Kartijoso.1991.*Berita Berkala Vulkanologi G.Guntur*.Direktorat Vulkanologi. Bandung.
- Kristianto.2006. *Aktivitas Vulkanik G.Guntur Juni 2001*. Laporan Penelitian. Direkorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. Bandung.
- Lilie, Robert J. 1999. *Whole Earth Geophysics*. Prentice Hall, New Jersey.
- Meriyani.2011. *Analisis Aktivitas Tektonik Hunung Guntur Berdasarkan Data Rekaman Seismik Gempa*. Tugas Akhir. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Mulyo, Agung. 2004. *Pengantar Ilmu Kebumian*. Pustaka Setia, Bandung.
- Perwita, C.A. 2011. *Analisis Sinyal Seismik Gempa Letusan Gunung Semeru Jawa Timur Tahun 2009*. Tugas Akhir, Universitas Brawijaya, Malang.

- Sadikin, N., M.Iguchi., G.Suantika., dan M.Hendrasto. 2007. *Seismic Activity of volcanotectonic earthquake at Guntur Volcano, West Java, Indonesia during period 1991 to 2005*. Indonesian Jurnal of Physics.
- Saphiee, Benyamin, Noer Aziz Magetsari, Agus Handoyo Harsolumakso, Chalid Idham Abdullah.2011.*Geologi Fisik*. Penerbit ITB. Bandung.
- Siswowardjojo, S.S., 1981. *Metoda Pengamatan, Analisis Gempa dan Hubungannya dengan Tingkat Kegiatan Gunungapi*. Sub Direktorat Pengamatan Gunungapi Direktorat Vulkanologi. Bandung
- Sitorus, Kastiman. 1991. *Laporan Pengamatan dan Penyelidikan Seismik G.Guntur Kabupaten Garut Jawa Barat*. Direktorat Vulkanologi. Bandung.
- Suantika, Gede., M.Iguchi, I.S.Sutawidjaya, K.Yamamoto. 1998. *Characteristics of Volcanic Earthquake around Guntur Volcano West Java Indonesia*. Jurnal Geologi. Proceeding of Symposium on Japan Indonesia IDNDR Project-Vulcanology, Tectonics Flood and Sediment Hazard. Bandung.
- Sutawidjaya, Igan S., G.Suantika, O.K.Suganda, M.Hendrasto, K.Ishihara, M.Iguchi, T.Eto. 1998. *Observation System at Guntur Volcano, West Java*. Jurnal Geologi.Proceeding of Symposium on Japan Indonesia IDNDR Project-Vulcanology, Tectonics Flood and Sediment Hazard. Bandung.
- Wellayaturromadhona.2013.*Analisis Fisis Aktivitas Gunung Talang Sumatera Barat Berdasarkan Karakteristik Spektral dan Estimasi Hiposenter gempa Vulkanik*. Tugas Akhir. Universitas Brawijaya Malang.

LAMPIRAN A

Hasil Pengolahan GAD

Arrival dan Result Gempa Vulkanik A

Arrival januari vulkanik a - Notepad

```

File Edit Format View Help
1301310236,CTS,26.430,+,I,27.750,I
1301310236,MSG,26.180,+,I,27.630,I
1301310236,KBY,26.430,+,I,27.460,I
1301310236,SDN,26.580,+,I,27.630,I

1302040354,CTS,46.040,-,I,47.580,I
1302040354,MSG,46.070,-,I,47.570,I
1302040354,KBY,45.970,-,I,47.720,I
1302040354,SDN,46.070,+,I,47.480,I

9999999999
        
```

arrival febuari vulkanik A - Notepad

```

File Edit Format View Help
1301310236,CTS,26.430,+,I,27.750,I
1301310236,MSG,26.180,+,I,27.630,I
1301310236,KBY,26.430,+,I,27.460,I
1301310236,SDN,26.580,+,I,27.630,I

1301101049,CTS,46.040,-,I,47.580,I
1301101049,MSG,46.070,-,I,47.570,I
1301101049,KBY,45.970,-,I,47.720,I
1301101049,SDN,46.070,+,I,47.480,I

9999999999
        
```

januari vulkanik A - Notepad

```

File Edit Format View Help
nst : 4
Station List
CTS -1.436 2.082 -1.515
MSG -1.013 2.083 -2.025
KBY -1.581 .459 -1.970
SDN -2.416 .092 -1.533

nzLayer: 2
zLayer : .000
vp : 2.800 3.900
vs : 1.556 2.167

Hypocenter
Date 13 1 31 Time 2:36
Focal Element Probable Error
X 2.022 .314
Y -.276 .322
Z -.461 .583
T 24.885 .126
Travel time residual rms=.107sec.

ST P S Cal (obs-cal)
CTS 26.430 26.426 .004
MSG 26.180 26.367 -.187
KBY 26.430 26.305 .125
SDN 26.580 26.521 .059
CTS 27.750 27.659 .091
MSG 27.630 27.552 .078
KBY 27.460 27.439 .021
SDN 27.630 27.829 -.199

Date 13 1 10 Time 10:49
Focal Element Probable Error
X 2.666 1.228
Y -.765 .738
Z 2.843 1.329
T 44.097 .085
Travel time residual rms=.066sec.

ST P S Cal (obs-cal)
CTS 46.040 46.002 .038
MSG 46.070 46.084 -.014
KBY 45.970 46.022 -.052
SDN 46.070 46.041 .029
CTS 47.580 47.525 .055
MSG 47.570 47.672 -.102
KBY 47.720 47.562 .158
SDN 47.480 47.595 -.115
        
```

febuari vulkanik a - Notepad

```

File Edit Format View Help
nst : 4
Station List
CTS -1.436 2.082 -1.515
MSG -1.013 2.083 -2.025
KBY -1.581 .459 -1.970
SDN -2.416 .092 -1.533

nzLayer: 2
zLayer : .000
vp : 2.800 3.900
vs : 1.556 2.167

Hypocenter
Date 13 2 2 Time 18:18
Focal Element Probable Error
X -1.933 .892
Y .850 .493
Z .659 .445
T 57.050 .136
Travel time residual rms=.106sec.

ST P S Cal (obs-cal)
CTS 57.980 57.879 .101
MSG 57.960 58.075 -.115
KBY 58.030 57.940 .090
SDN 57.760 57.823 -.063
CTS 58.700 58.541 .159
MSG 58.670 58.894 -.224
KBY 58.750 58.651 .099
SDN 58.380 58.441 -.061

Date 13 2 4 Time 3:54
Focal Element Probable Error
X -.854 .258
Y 1.243 .154
Z -.100 .207
T 27.319 .081
Travel time residual rms=.071sec.

ST P S Cal (obs-cal)
CTS 28.030 27.989 .041
MSG 28.190 28.126 .064
KBY 28.060 28.139 -.079
SDN 28.270 28.201 .069
CTS 28.440 28.524 -.084
MSG 28.870 28.771 .099
KBY 28.870 28.795 .075
SDN 29.030 28.906 .124
        
```

ARRIVAL MARET VULKANIK A - Notepad

```

File Edit Format View Help
#1303180651,CTS,47.670,+I,48.290,I
1303180651,MSG,47.670,-,I,48.230,I
1303180651,KBY,47.510,-,I,48.080,I
1303180651,SDN,47.510,+I,48.040,I

1303201409,CTS,56.930,+I,57.170,I
1303201409,MSG,56.930,+I,57.240,I
1303201409,KBY,57.330,+I,57.420,I
1303201409,SDN,56.930,+I,57.270,I

1303210512,CTS,57.270,-,I,59.060,I
1303210512,MSG,57.520,-,I,59.420,I
1303210512,KBY,57.450,-,I,59.030,I
1303210512,SDN,57.290,+I,59.100,I
    
```

```

1303210512,CTS,57.270,-,I,59.060,I
1303210512,MSG,57.520,-,I,59.420,I
1303210512,KBY,57.450,-,I,59.030,I
1303210512,SDN,57.290,+I,59.100,I

1303230036,CTS,10.410,+I,11.190,I
1303230036,MSG,10.570,+I,11.530,I
1303230036,KBY,10.690,+I,11.650,I
1303230036,SDN,10.340,-,I,11.460,I

1303240230,CTS,10.610,+I,11.620,I
1303240230,MSG,10.750,+I,11.800,I
1303240230,KBY,10.850,+I,11.800,I
1303240230,SDN,10.660,-,I,11.600,I

9999999999
    
```

File Edit Format View Help

```

nst : 4
station List
CTS -1.436 2.082 -1.515
MSG -1.013 2.083 -2.025
KBY -1.581 .459 -1.970
SDN -2.416 -.092 -1.533

n2Layer: 2
zLayer: -.000
vp : 2.800 3.900
vs : 1.556 2.167

Hypocenter
Date 13 3 18 Time 0:51
Focal Element Probable Error
X -.925 .251
Y -.402 .164
Z -.331 .209
T 46.851 .080
Travel time residual rms= .063sec.

ST P S Cal (obs-Cal)
CTS 47.670 47.608 -.062
MSG 47.670 47.704 -.034
KBY 47.510 47.482 -.028
SDN 47.510 47.544 -.034
CTS 48.290 48.212 -.078
MSG 48.230 48.386 -.156
KBY 48.080 47.987 -.093
SDN 48.040 48.098 -.058

Date 13 3 20 Time 14: 9
Focal Element Probable Error
X -2.397 .450
Y 1.648 .287
Z -1.567 .654
T 56.476 .147
Travel time residual rms= .156sec.

ST P S Cal (obs-Cal)
CTS 56.930 56.853 -.077
MSG 56.930 57.019 -.089
KBY 57.330 57.010 -.320
SDN 56.930 57.031 -.101
CTS 57.170 57.154 -.016
MSG 57.240 57.453 -.213
KBY 57.420 57.438 -.018
SDN 57.270 57.476 -.206

Date 13 3 21 Time 5:12
Focal Element Probable Error
X .521 1.288
Y -.679 .801
Z 5.536 .604
    
```

maret vulkanik A - Notepad

File Edit Format View Help

```

Date 13 3 21 Time 5:12
Focal Element Probable Error
X .521 1.288
Y -.679 .801
Z 5.536 .604
T 55.170 .078
Travel time residual rms= .061sec.

ST P S Cal (obs-Cal)
CTS 57.270 57.340 -.070
MSG 57.520 57.488 -.032
KBY 57.450 57.396 -.054
SDN 57.290 57.307 -.017
CTS 59.060 59.076 -.016
MSG 59.420 59.342 -.078
KBY 59.030 59.176 -.146
SDN 59.100 59.010 -.084

Date 13 3 23 Time 0:36
Focal Element Probable Error
X -4.742 3.326
Y 1.973 1.577
Z 1.601 3.544
T 9.047 .202
Travel time residual rms= .159sec.

ST P S Cal (obs-Cal)
CTS 10.410 10.415 -.005
MSG 10.570 10.651 -.081
KBY 10.690 10.589 -.101
SDN 10.340 10.356 -.016
CTS 11.190 11.509 -.319
MSG 12.370 11.934 -.436
KBY 11.650 11.821 -.171
SDN 11.460 11.403 -.057

Date 13 3 24 Time 2:30
Focal Element Probable Error
X -.729 .962
Y 1.213 .536
Z 1.762 .416
T 9.558 .110
Travel time residual rms= .086sec.

ST P S Cal (obs-Cal)
CTS 10.610 10.606 -.004
MSG 10.750 10.760 -.010
KBY 10.850 10.765 -.085
SDN 10.660 10.720 -.060
CTS 11.620 11.444 -.176
MSG 11.530 11.732 -.202
KBY 11.800 11.729 -.071
SDN 11.600 11.659 -.059
    
```

Arrival dan Result Gempa Vulkanik B

```

arrival februari VB - Notepad
File Edit Format View Help
1302010114,CTS,11.040,+ ,I,12.130,I
1302010114,MSG,11.160,+ ,I,12.240,I
1302010114,KBY,11.110,- ,I,12.080,I
1302010114,SDN,11.170,+ ,I,12.060,I

1302020238,CTS,20.320,- ,I,21.470,I
1302020238,MSG,20.460,+ ,I,21.230,I
1302020238,KBY,20.350,- ,I,21.200,I
1302020238,SDN,20.390,+ ,I,21.390,I

1302020322,CTS,23.300,+ ,I,24.100,I
1302020322,MSG,23.440,+ ,I,23.980,I
1302020322,KBY,23.440,- ,I,24.330,I
1302020322,SDN,23.420,- ,I,24.140,I

9999999999
    
```

```

feb vb - Notepad
File Edit Format View Help
nst : 4
Station List
CTS -1.436 2.082 -1.515
MSG -1.013 2.083 -2.025
KBY -1.581 .459 -1.970
SDN -2.416 .092 -1.533
nzLayer: 2
Zlayer : -.000
Vp : 2.800 3.900
Vs : 1.556 2.167
Hypocenter
Date 13 2 1 Time 1:14
Focal Element Probable Error
X .607 .367
Y .050 .224
Z 1.242 .370
T 9.859 .047
Travel time residual rms=.037sec.

ST P S Cal (obs-cal)
CTS 11.040 11.085 -.045
MSG 11.160 11.179 -.019
KBY 11.110 11.095 -.015
SDN 11.170 11.120 .050
CTS 12.130 12.065 .065
MSG 12.240 12.235 .005
KBY 12.080 12.083 -.003
SDN 12.060 12.128 -.068

Date 13 2 2 Time 2:38
Focal Element Probable Error
X .858 .070
Y .001 .071
Z .003 .075
T 19.194 .030
Travel time residual rms=.068sec.

ST P S Cal (obs-cal)
CTS 20.320 20.365 -.045
MSG 20.460 20.415 .045
KBY 20.350 20.320 .030
SDN 20.390 20.415 -.025
CTS 21.470 21.301 .169
MSG 21.230 21.391 -.161
KBY 21.200 21.220 -.020
SDN 21.390 21.391 -.001
            
```

```

Date 13 2 2 Time 3:22
Focal Element Probable Error
X -.532 .608
Y 1.103 .338
Z .671 .433
T 22.458 .106
Travel time residual rms=.083sec.

ST P S Cal (obs-cal)
CTS 23.300 23.290 .010
MSG 23.440 23.423 .017
KBY 23.440 23.422 .018
SDN 23.420 23.449 -.029
CTS 24.100 23.955 .145
MSG 23.980 24.194 -.214
KBY 24.330 24.193 .137
SDN 24.140 24.241 -.101

Date 13 2 2 Time 23:16
Focal Element Probable Error
X .289 2.114
Y .576 1.228
Z 2.340 1.326
T 33.059 .211
Travel time residual rms=.165sec.

ST P S Cal (obs-cal)
CTS 34.350 34.380 -.030
MSG 34.820 34.509 .311
KBY 34.270 34.477 -.207
SDN 34.380 34.457 -.077
CTS 35.320 35.437 -.117
MSG 35.500 35.669 -.169
KBY 35.700 35.611 .089
SDN 35.780 35.575 .205
            
```

```

arrival maret vulkanik b - Notepad
File Edit Format View Help
1303150720,CTS,37.610,-,I,38.740,I
1303150720,MSG,37.720,+,I,38.600,I
1303150720,KBY,37.860,+,I,38.880,I
1303150720,SDN,38.000,+,I,38.710,I

1303181734,CTS,44.700,-,I,47.810,I
1303181734,MSG,45.040,+,I,47.510,I
1303181734,KBY,44.900,+,I,47.570,I
1303181734,SDN,44.640,-,I,47.430,I

1303190757,CTS,30.290,+,I,31.350,I
1303190757,MSG,30.470,-,I,31.390,I
1303190757,KBY,30.460,+,I,31.850,I
1303190757,SDN,30.240,-,I,31.550,I

```

```

1303201435,CTS,56.520,+,I,57.970,I
1303201435,MSG,56.720,+,I,58.040,I
1303201435,KBY,56.420,+,I,58.710,I
1303201435,SDN,56.880,+,I,57.980,I

```

```

1303201947,CTS,32.820,+,I,35.090,I
1303201947,MSG,32.720,+,I,34.710,I
1303201947,KBY,32.940,-,I,34.640,I
1303201947,SDN,32.720,-,I,34.630,I

```

9999999999

```

maret vulkanik B - Notepad
File Edit Format View Help
nst      : 4
Station List
CTS     -1.436   2.082  -1.515
MSG     -1.013   2.083  -2.025
KBY     -1.581   .459   -1.970
SDN     -2.416   .092  -1.533

nZLayer : 2
zLayer  : .000
vp      : 2.800   3.900
vs      : 1.556   2.167

Hypocenter
Date 13  3 15   Time 7:20
Focal Element Probable Error
X      .749      .867
Y      1.130     .493
Z      .879      .873
T     36.619     .126
Travel time residual rms=.099sec.

ST      P      S      Cal      (obs-Cal)
CTS     37.610   38.740   37.686   -.076
MSG     37.720   38.600   37.764   -.044
KBY     37.860   38.880   37.828   -.032
SDN     38.000   38.710   37.904   -.096

CTS     38.740   38.540   .200
MSG     38.600   38.681   -.081
KBY     38.880   38.794   -.086
SDN     38.710   38.932   -.222

Date 13  3 18   Time 17:34
Focal Element Probable Error
X      3.365     4.583
Y     -3.525     2.977
Z      8.856     3.188
T     41.368     .159
Travel time residual rms=.124sec.

ST      P      S      Cal      (obs-Cal)
CTS     44.700   44.809   -.109
MSG     45.040   44.934   -.106
KBY     44.900   44.807   -.093
SDN     44.640   44.730   -.090

CTS     47.810   47.560   -.250
MSG     47.510   47.758   -.275
KBY     47.570   47.558   -.012
SDN     47.430   47.419   .011

```

```

maret vulkanik B - Notepad
File Edit Format View Help
Date 13  3 19   Time 7:57
Focal Element Probable Error
X     -2.294     .383
Y      2.377     .326
Z      2.924     .278
T     28.898     .092
Travel time residual rms=.094sec.

ST      P      S      Cal      (obs-Cal)
CTS     30.290   30.215   .075
MSG     30.470   30.421   .049
KBY     30.460   30.470   -.010
SDN     30.240   30.352   -.112

CTS     31.350   31.268   .082
MSG     31.390   31.638   -.248
KBY     31.850   31.727   -.123
SDN     31.550   31.514   .036

Date 13  3 20   Time 14:35
Focal Element Probable Error
X      .576     4.109
Y      1.964     2.280
Z      4.525     1.457
T     54.708     .246
Travel time residual rms=.192sec.

ST      P      S      Cal      (obs-Cal)
CTS     56.520   56.500   .020
MSG     56.720   56.645   .075
KBY     56.420   56.716   -.296
SDN     56.880   56.678   .202

CTS     57.970   57.933   .037
MSG     58.040   58.195   -.155
KBY     58.710   58.321   .389
SDN     57.980   58.254   -.274

Date 13  3 20   Time 19:47
Focal Element Probable Error
X      4.812     .608
Y     -2.820     .666
Z      1.823     .786
T     30.336     .152
Travel time residual rms=.135sec.

ST      P      S      Cal      (obs-Cal)
CTS     32.820   32.814   .006
MSG     32.720   32.866   -.146
KBY     32.940   32.747   -.193
SDN     32.720   32.782   -.062

CTS     35.090   34.796   .294
MSG     34.710   34.889   -.179
KBY     34.640   34.675   -.035
SDN     34.630   34.738   -.108

```


Arrival dan Result Gempa Tektonik

```

Arrival tektonik januari - Notepad
File Edit Format View Help
1301010712,CTS,46.840,+,I,49.560,I
1301010712,MSG,46.820,+,I,49.460,I
1301010712,KBY,46.650,+,I,49.590,I
1301010712,SDN,46.700,+,I,49.530,I

1301011855,CTS,54.780,-,I,56.340,I
1301011855,MSG,54.880,+,I,57.070,I
1301011855,KBY,54.620,+,I,57.190,I
1301011855,SDN,54.890,+,I,56.280,I

1303141000,CTS,43.220,+,I,44.680,I
1303141000,MSG,43.410,-,I,45.340,I
1303141000,KBY,43.690,+,I,45.620,I
1303141000,SDN,43.790,-,I,45.950,I

9999999999
    
```

```

januari tektonik - Notepad
File Edit Format View Help
nst : 4
Station List
CTS -1.436 2.082 -1.515
MSG -1.013 2.083 -2.025
KBY -1.581 .459 -1.970
SDN -2.416 .092 -1.533
nZLayer: 2
ZLayer : .000
Vp : 2.800 3.900
Vs : 1.556 2.167

Hypocenter
Date 13 1 1 Time 7:12
Focal Element Probable Error
X 8.808 .218
Y -4.402 .265
Z .218 .295
T 43.272 .067
Travel time residual rms=.070sec.

ST P S Cal (obs-Cal)
CTS 46.840 49.560 46.758 .082
MSG 46.820 49.460 46.794 .026
KBY 46.650 49.590 46.704 -.054
SDN 46.700 49.530 46.754 -.054
CTS 49.560 49.545 .015
MSG 49.460 49.610 -.150
KBY 49.590 49.447 .143
SDN 49.530 49.538 -.008
        
```

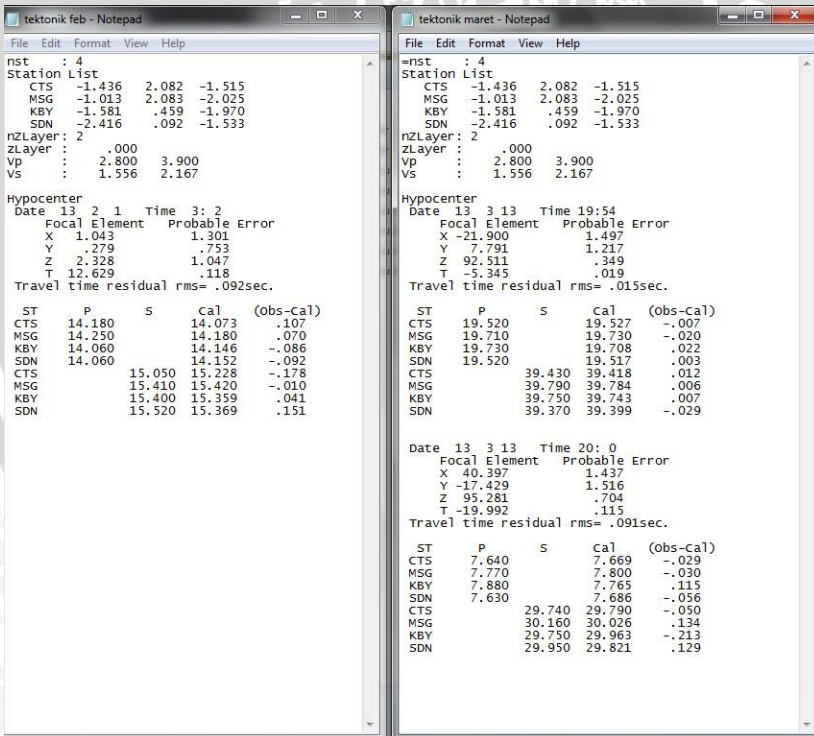
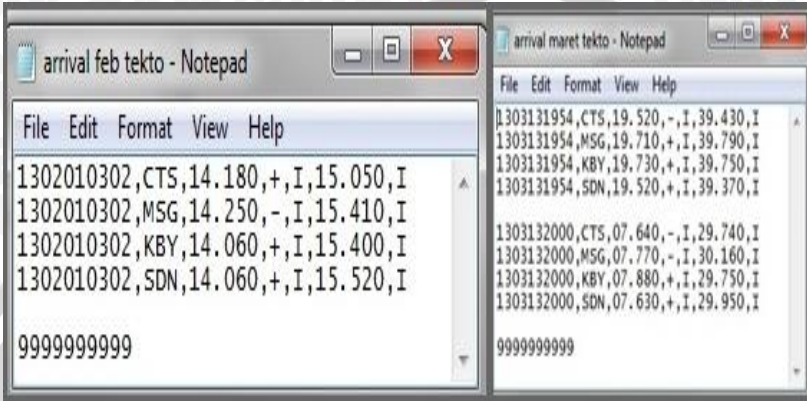
```

Date 13 1 1 Time 18:55
Focal Element Probable Error
X -6.333 10.004
Y 2.966 4.783
Z 5.108 7.838
T 52.382 .229
Travel time residual rms=.178sec.

ST P S Cal (obs-Cal)
CTS 54.780 56.340 54.686 .094
MSG 54.880 57.070 54.916 -.036
KBY 54.620 57.190 54.895 -.275
SDN 54.890 56.280 54.673 .217
CTS 56.340 56.528 -.188
MSG 57.070 56.942 .128
KBY 57.190 56.905 .285
SDN 56.280 56.504 -.224

Date 13 3 14 Time 10: 0
Focal Element Probable Error
X .455 2.383
Y 7.346 1.633
Z 3.060 1.359
T 41.192 .131
Travel time residual rms=.103sec.

ST P S Cal (obs-Cal)
CTS 43.220 44.680 43.254 -.034
MSG 43.410 45.340 43.375 -.035
KBY 43.690 45.620 43.730 -.040
SDN 43.790 45.950 43.752 -.038
CTS 44.680 44.904 -.224
MSG 45.340 45.122 .218
KBY 45.620 45.760 -.140
SDN 45.950 45.800 .150
        
```



LAMPIRAN B
Koordinat Hiposenter

Gempa Vulkanik A

| Tanggal | waktu event | koordinat | | | |
|------------|-------------|-----------|--------|-------|-------|
| | | x | y | z | error |
| 10 Januari | 10:49 | 2.666 | -0.765 | 2.843 | 0.066 |
| 31 Januari | 2:36 | 2.022 | -0.276 | 0.461 | 0.107 |
| 2 Febuari | 18:18 | -1.933 | 0.85 | 0.659 | 0.106 |
| 4 Febuari | 3:45 | -0.854 | 1.234 | 0.1 | 0.071 |
| 18 Maret | 6:51 | -0.925 | 0.402 | 0.331 | 0.063 |
| 20 Maret | 14:09 | -2.397 | 1.648 | 1.567 | 0.156 |
| 21 Maret | 5:12 | 0.521 | -0.679 | 5.536 | 0.061 |
| 23 Maret | 0:36 | -4.742 | 1.973 | 1.69 | 0.159 |
| 24 Maret | 2:30 | -0.729 | 1.213 | 1.762 | 0.086 |



Koordinat Hiposenter gempa Vulkanik B

| anggal | waktu event | koordinat | | | |
|------------|-------------|-----------|--------|-------|-------|
| | | x | y | z | error |
| 15 Maret | 7:20 | 0.749 | 1.13 | 0.879 | 0.099 |
| 18 Maret | 17:34 | 3.365 | -3.525 | 8.856 | 0.124 |
| 19 Maret | 7:57 | -2.294 | 2.377 | 2.924 | 0.094 |
| 20 Maret | 14:35 | 0.576 | 1.964 | 4.525 | 0.192 |
| 20 Maret | 19:47 | 4.812 | -2.82 | 1.823 | 0.135 |
| 1 Februari | 1:14 | 0.607 | 0.05 | 1.242 | 0.037 |
| 2 Februari | 2:38 | 0.858 | 0.001 | 0.003 | 0.068 |
| 2 Februari | 3:22 | -0.532 | 1.103 | 0.671 | 0.083 |
| 2 Februari | 23:16 | 0.289 | 0.576 | 2.34 | 0.165 |

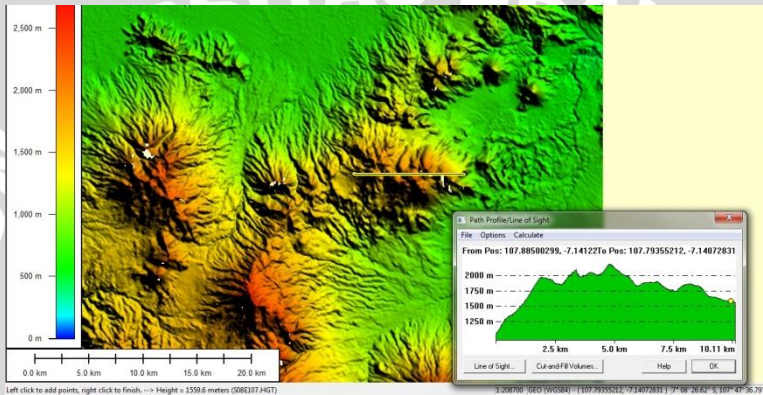
Koordinat Hiposenter gempa tektonik

| tanggal | waktu event | koordinat | | | |
|------------|-------------|-----------|--------|-------|-------|
| | | x | y | z | error |
| 1 Januari | 7:12 | 8.808 | -4.402 | 0.218 | 0.07 |
| 1 Januari | 18:55 | -6.333 | 2.966 | 5.108 | 0.178 |
| 14 Maret | 10:00 | 0.455 | 7.346 | 3.06 | 0.103 |
| 1 Februari | 3:02 | 1.043 | 0.279 | 2.328 | 0.092 |

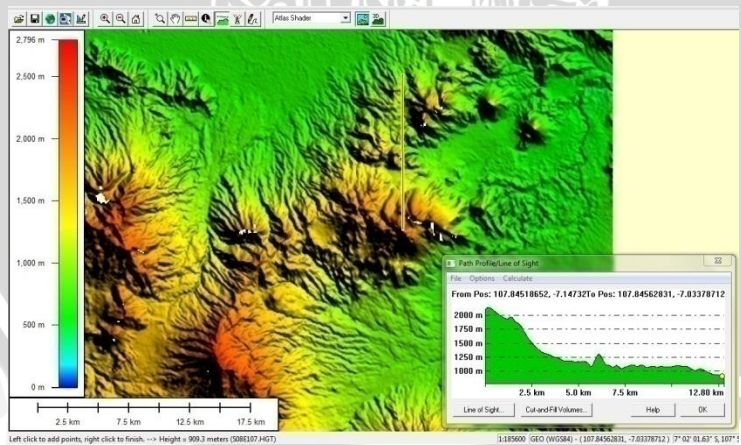
LAMPIRAN C

Hasil Global Mapper8

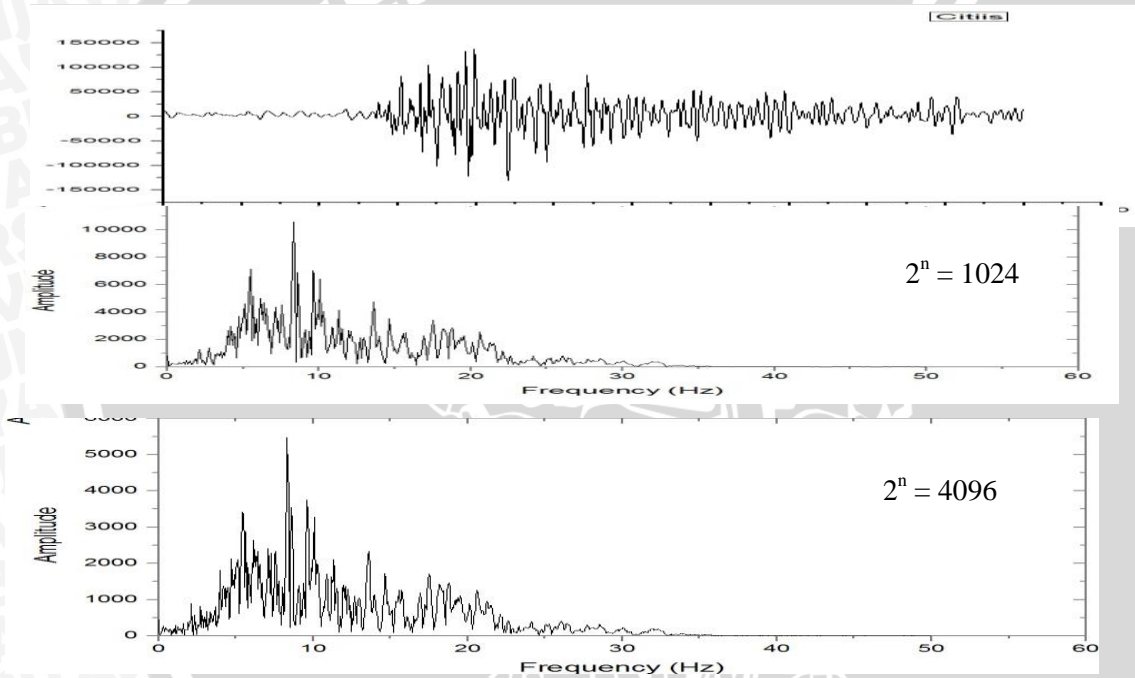
Bentangan sebaran Hiposenter dan Topografi Ketinggian Barat - Timur



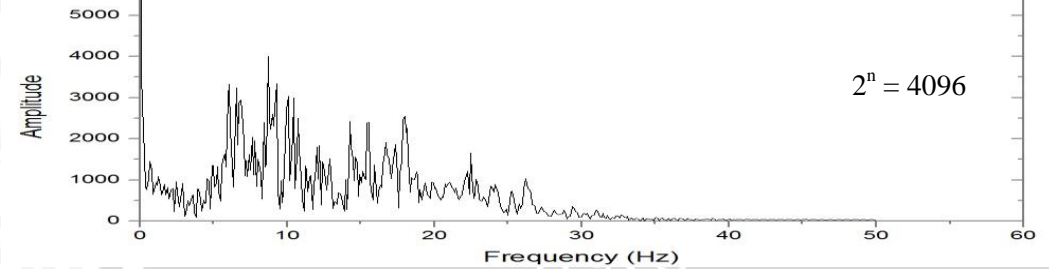
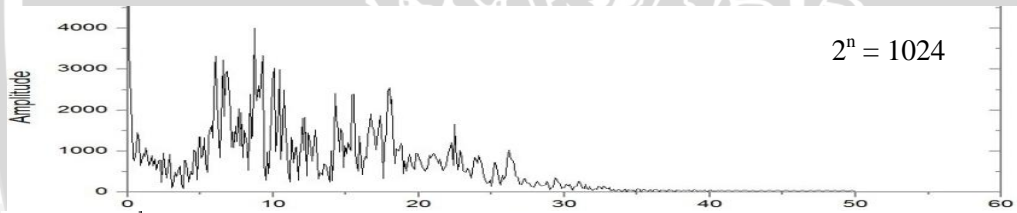
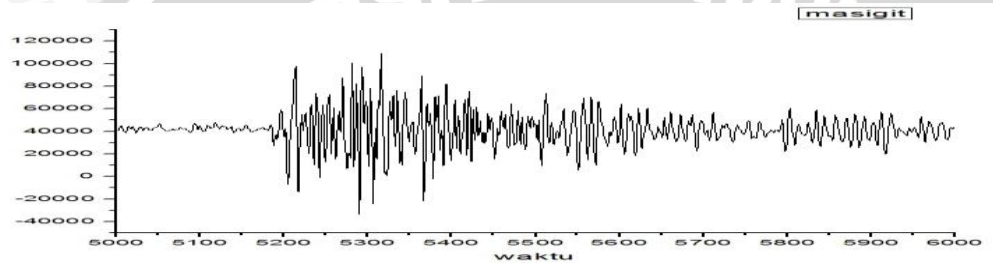
Bentangan sebaran Hiposenter dan Topografi Ketinggian Utara - Selatan



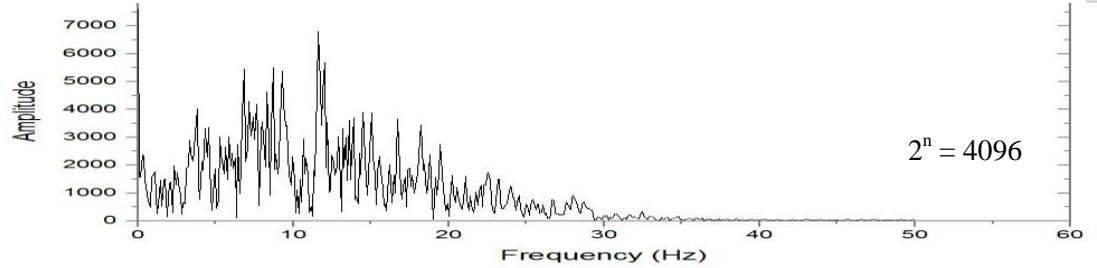
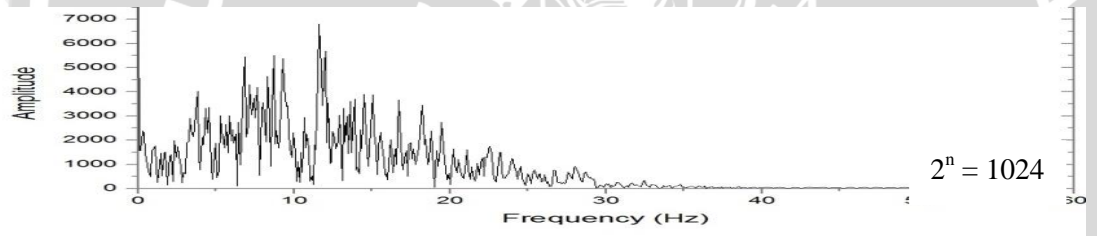
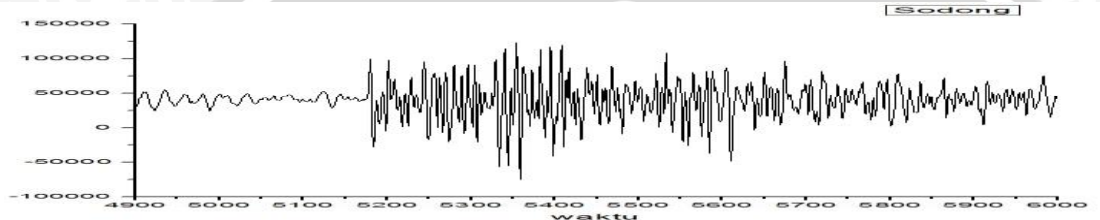
LAMPIRAN D Spektrum Frekuensi Gunung Guntur



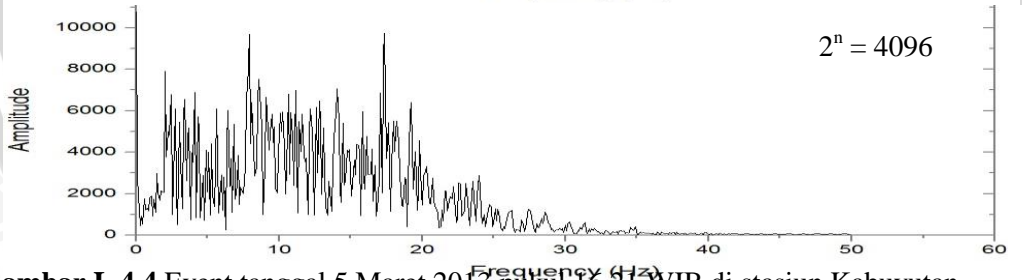
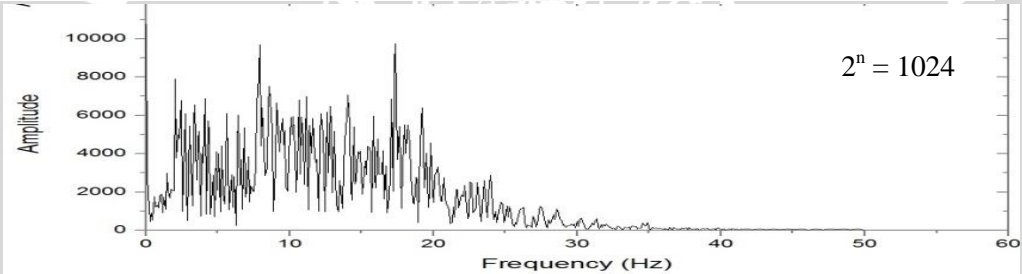
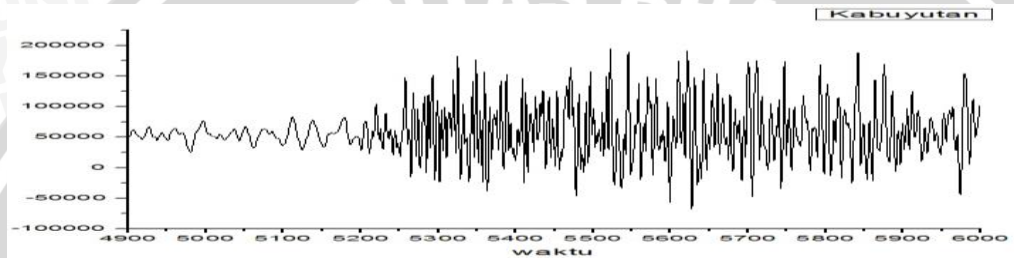
Gambar L 4.1 Event tanggal 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB di stasiun Citiis



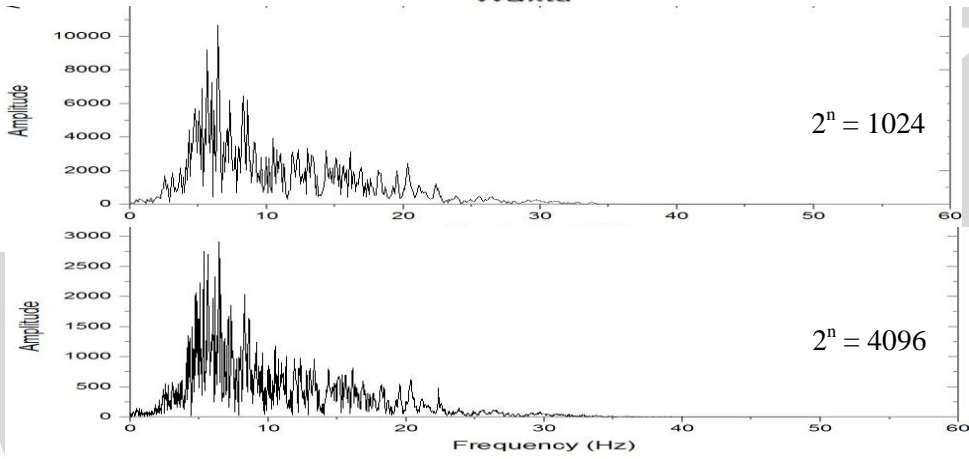
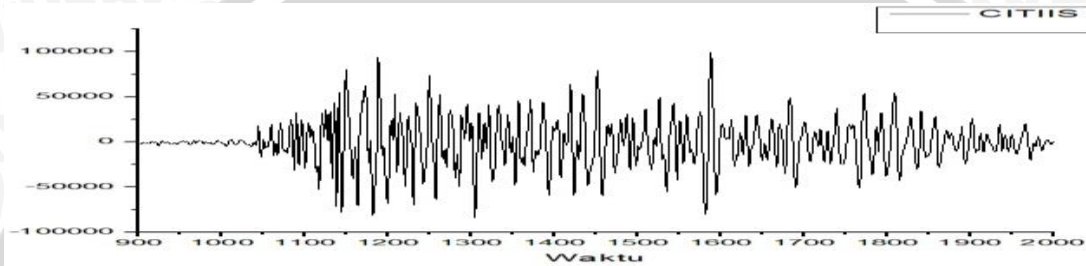
Gambar L 4.2 Event tanggal 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB di stasiun Masigit



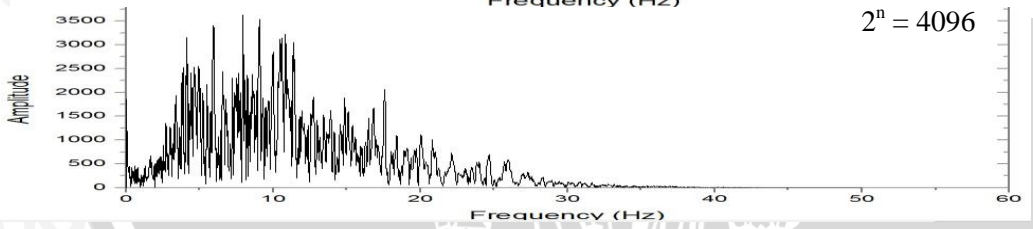
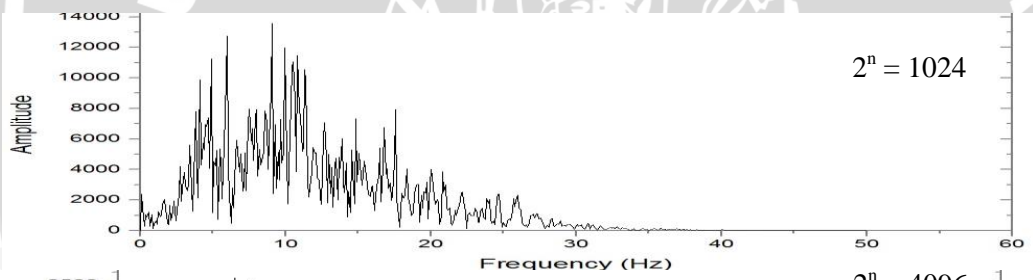
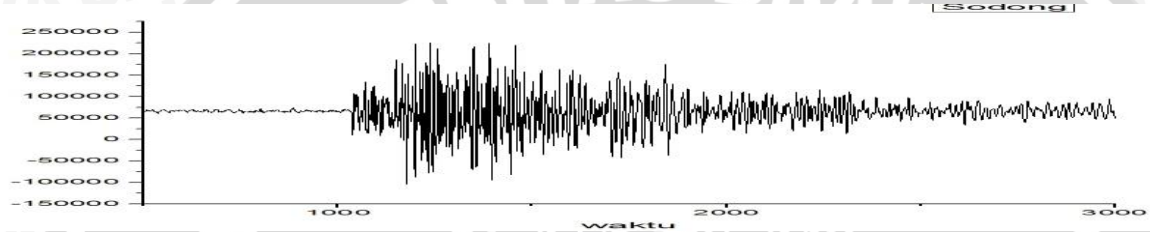
Gambar L 4.3 Event tanggal 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB di stasiun Sodong



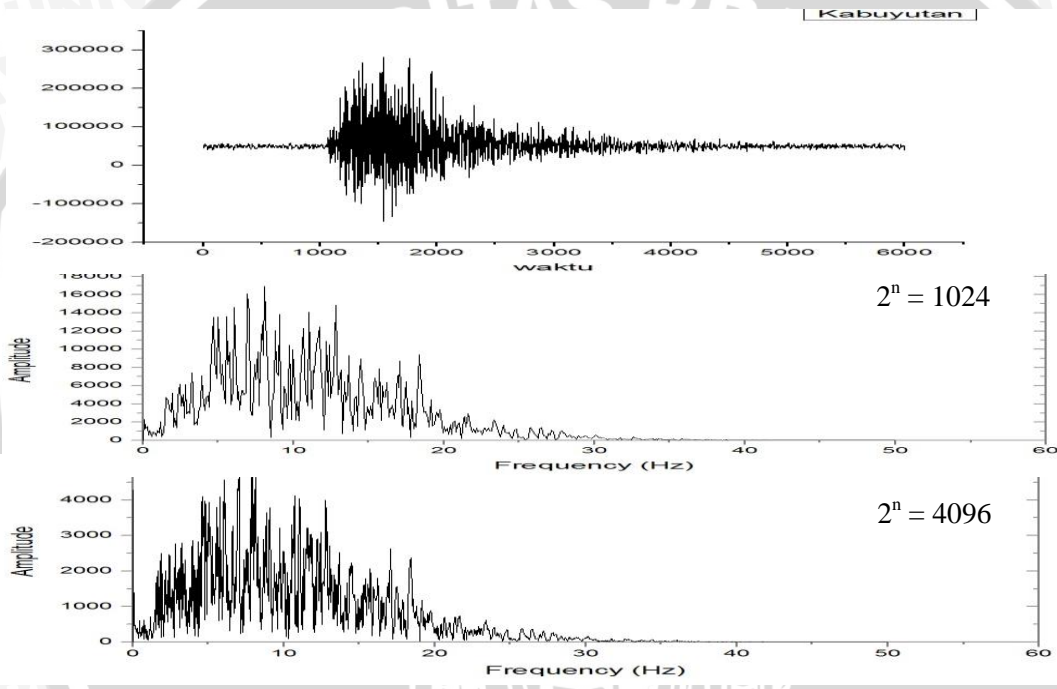
Gambar L 4.4 Event tanggal 5 Maret 2013 pukul 16.21 WIB di stasiun Kabuyutan



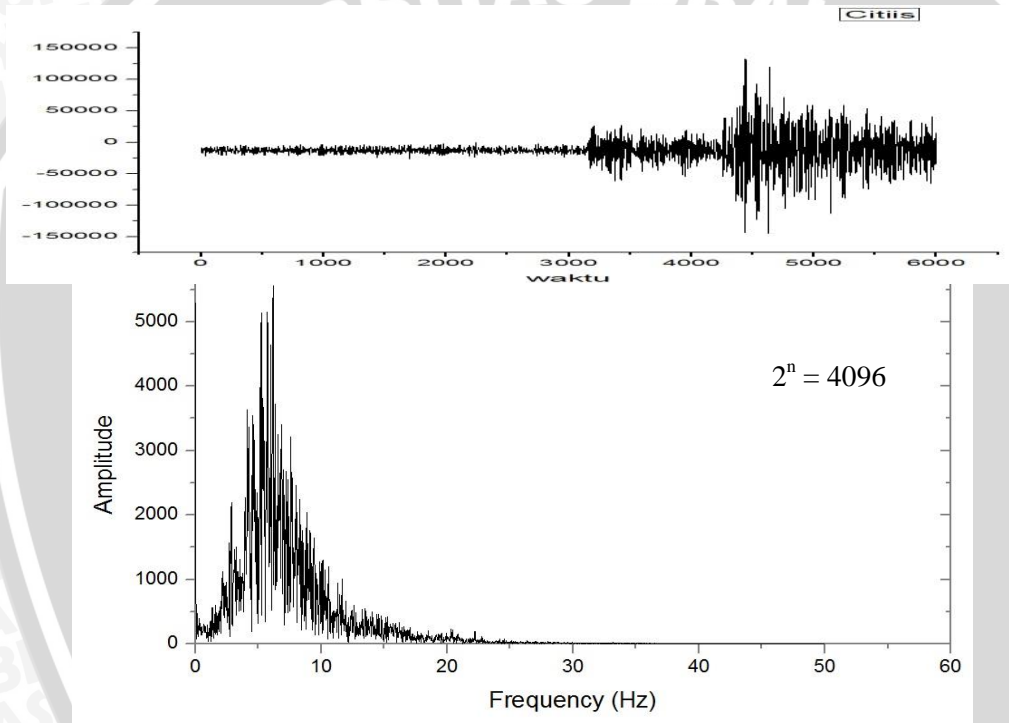
Gambar L 4. 5 Event tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB di stasiun Citiis



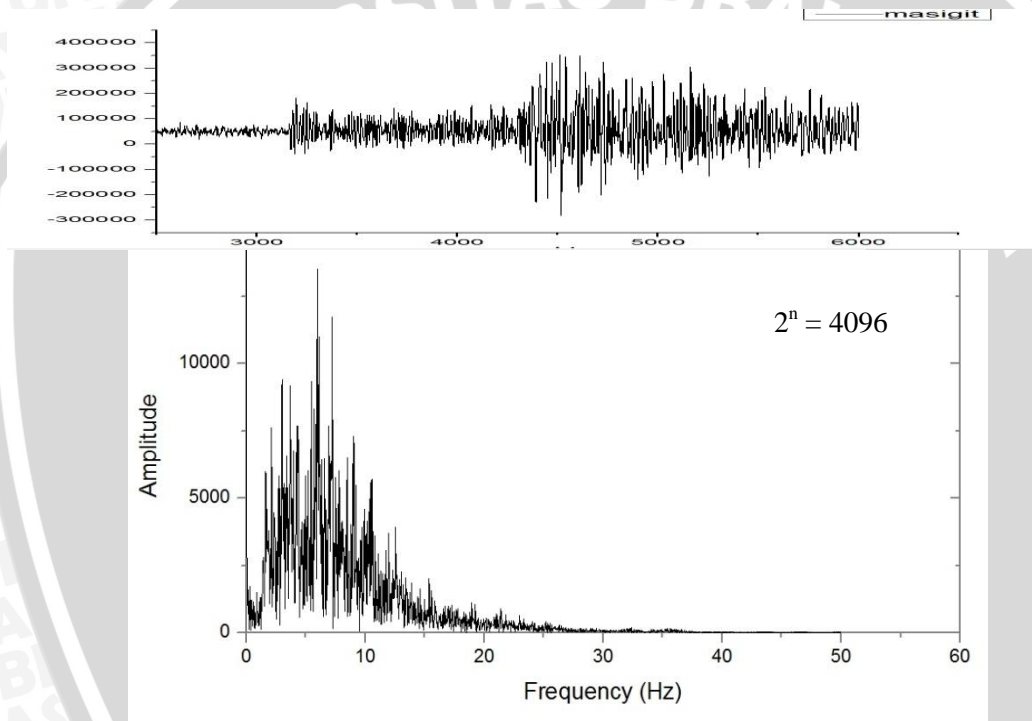
Gambar L 4.6 Event tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB di stasiun Sodong



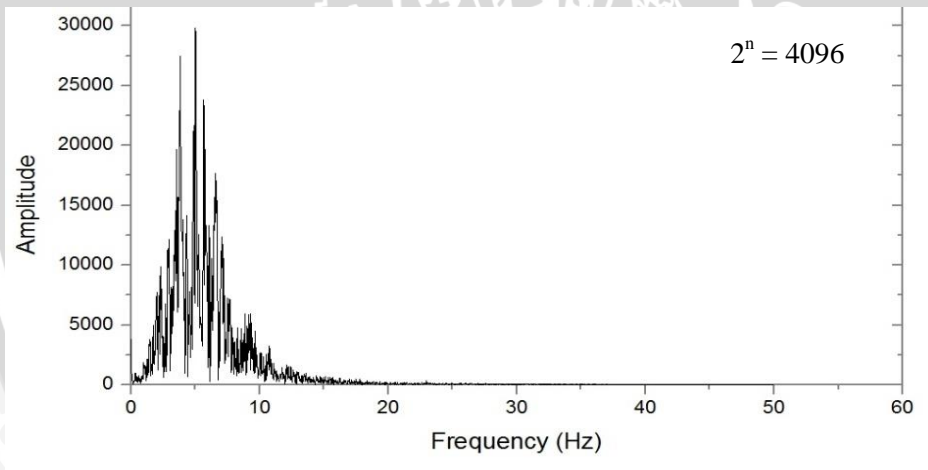
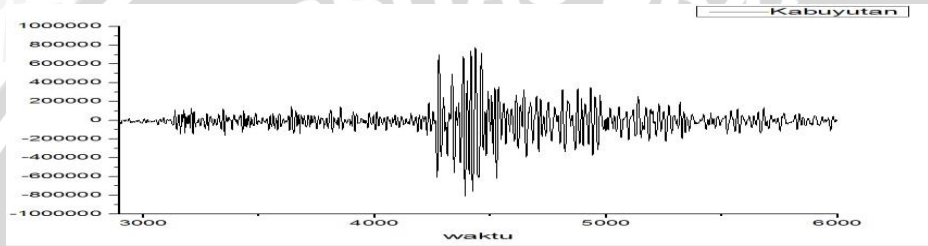
Gambar L.4.7 Event tanggal 23 Maret 2013 pukul 00.36 WIB di stasiun Kabuyutan



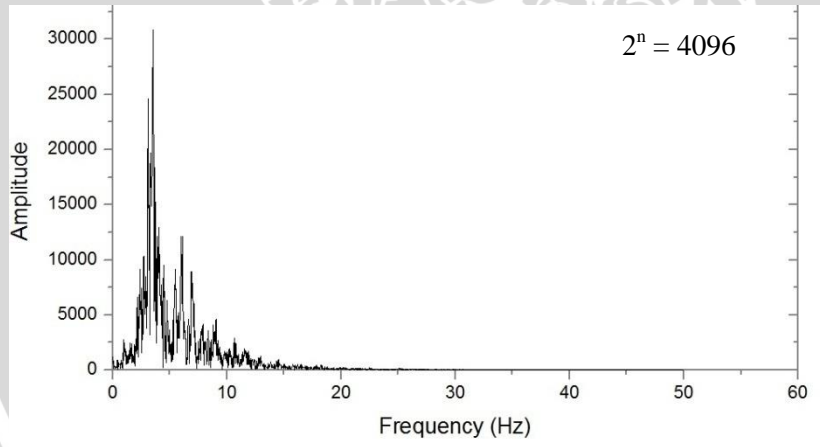
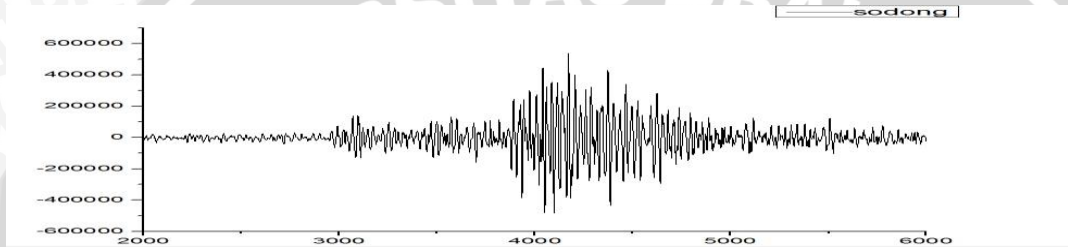
Gambar L 4.8 Event tanggal 4 Januari 2013 pukul 08.32 WIB di stasiun Citiis



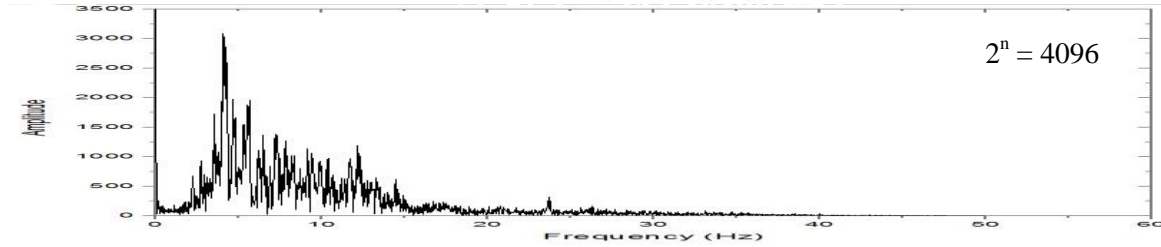
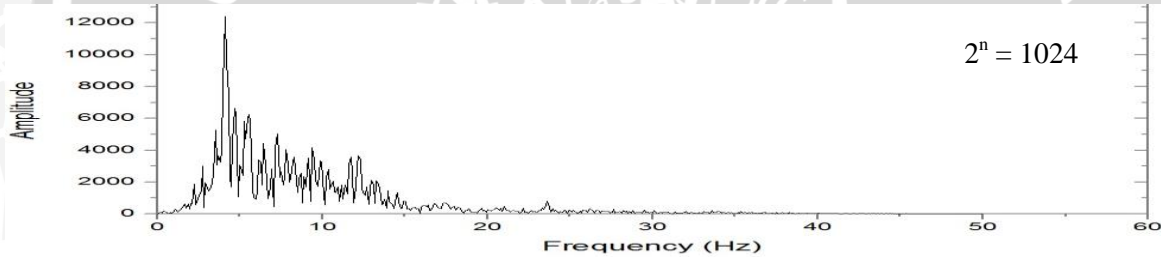
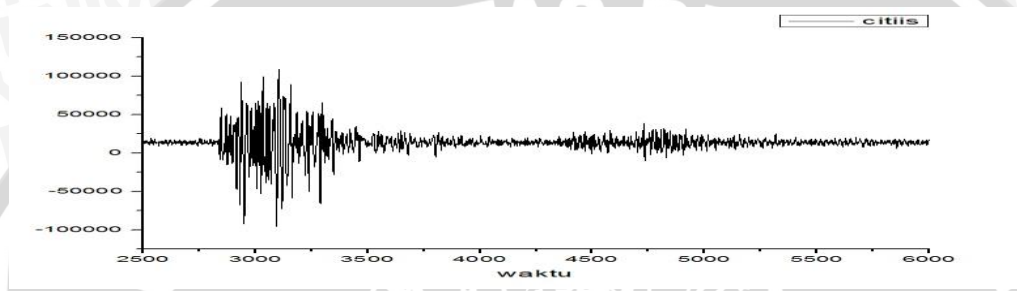
Gambar L 4.9 Event tanggal 4 Januari 2013 pukul 08.32 WIB di stasiun Masigit



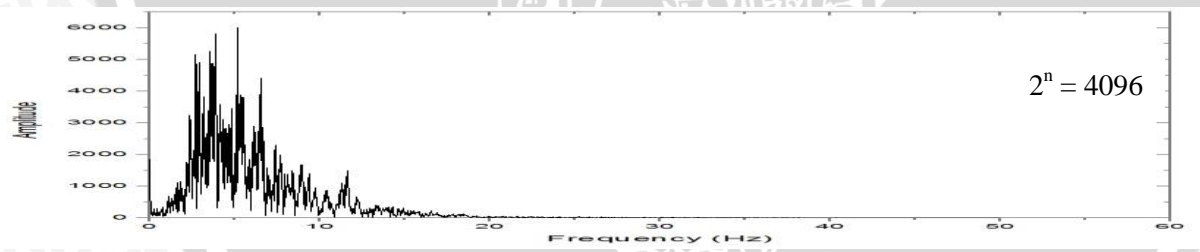
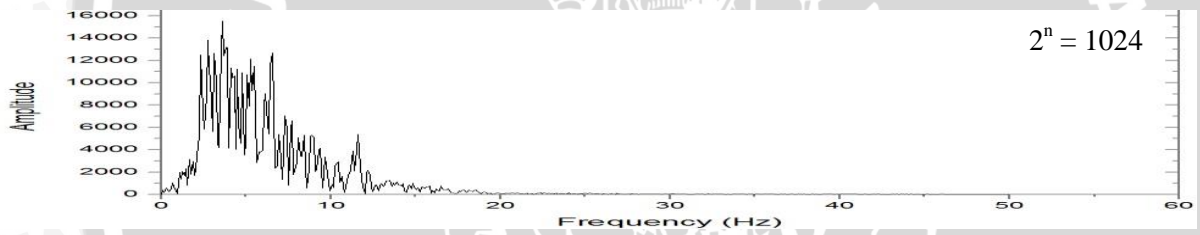
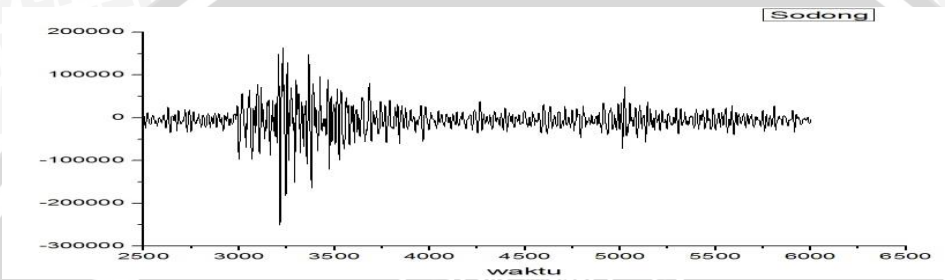
Gambar L 4.10 Event tanggal 4 Januari 2013 pukul 08.32 WIB di stasiun Kabuyutan



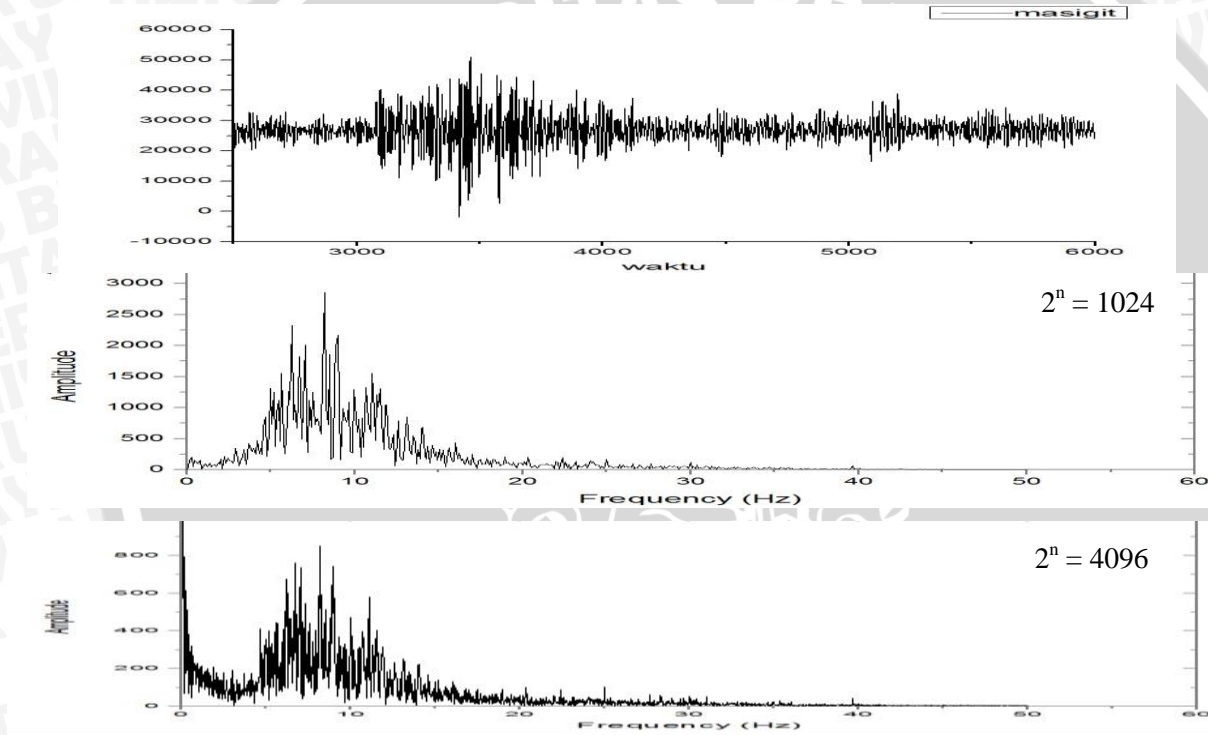
Gambar L 4.11 Event tanggal 4 Januari 2013 pukul 08.32 WIB di stasiun Sodong



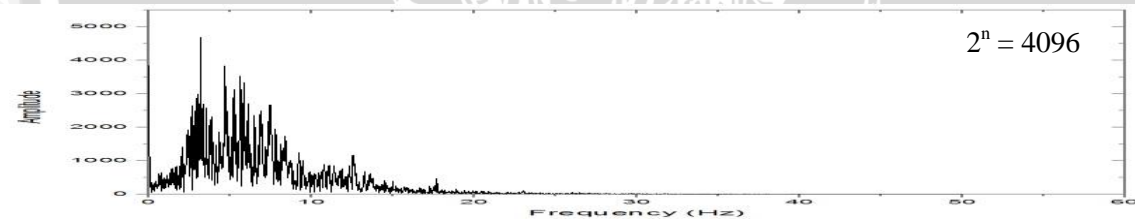
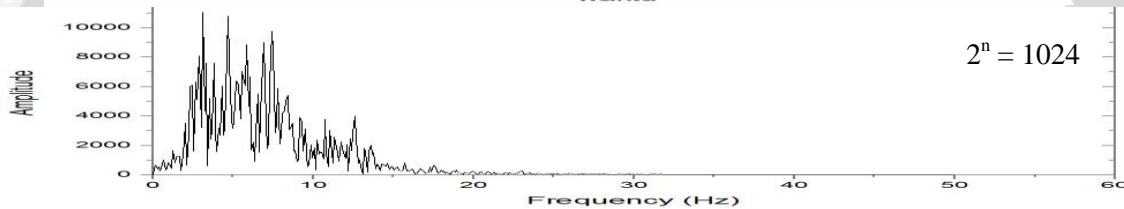
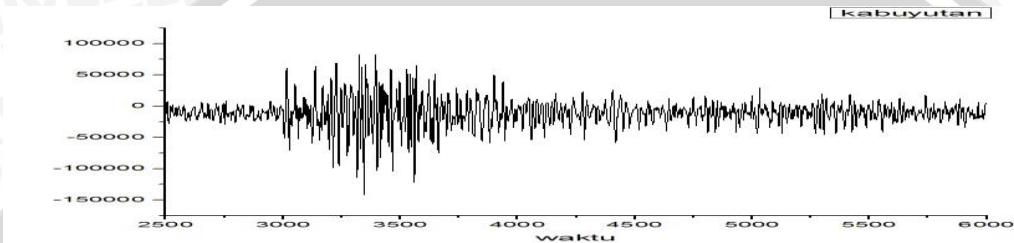
Gambar L 4.12 Event tanggal 1 Februari 2013 pukul 05.29 WIB di stasiun Citiis



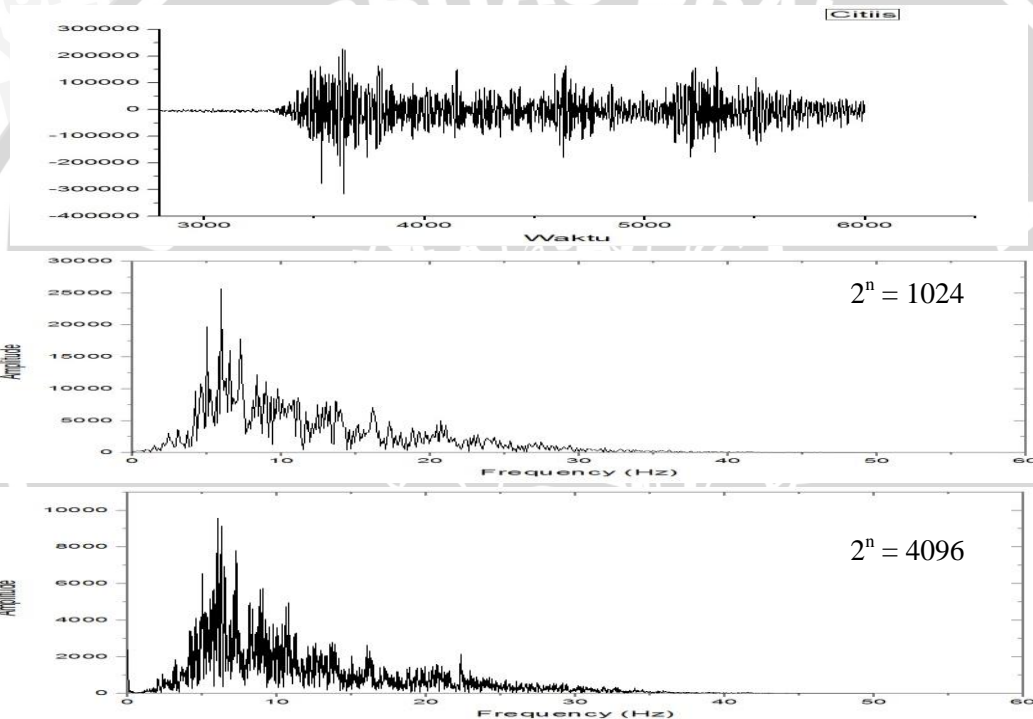
Gambar L 4.13 Event tanggal 1 Februari 2013 pukul 05.29 WIB di stasiun Sodong



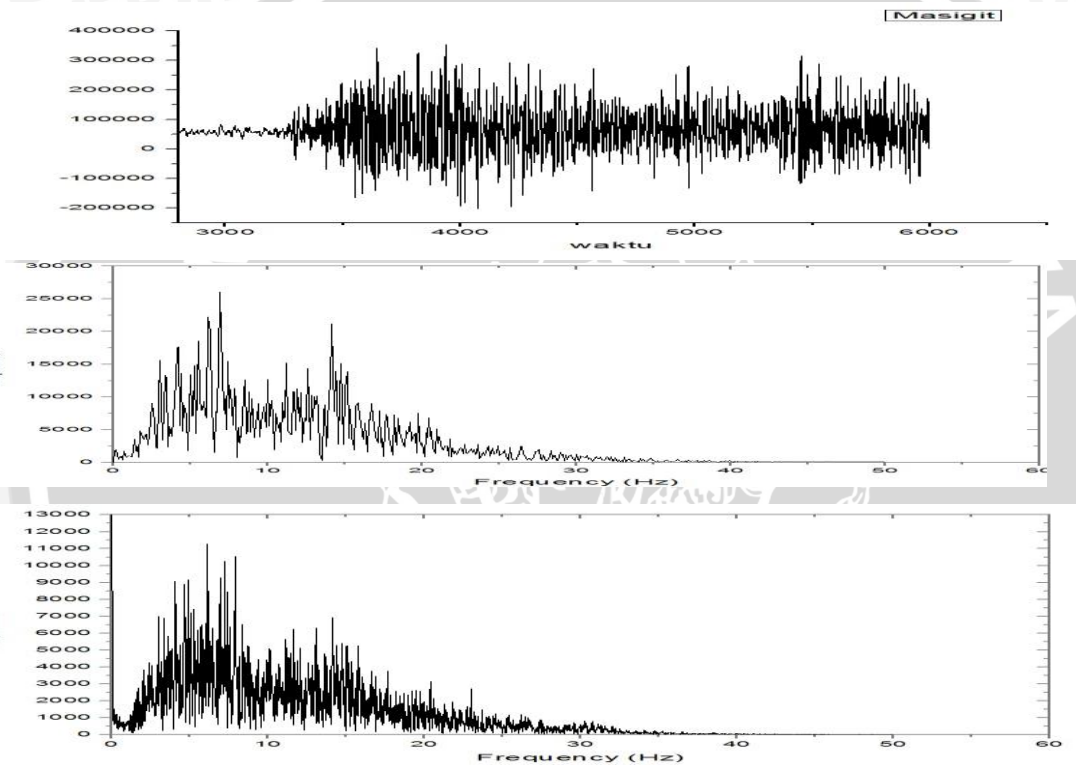
Gambar L 4.14 Event tanggal 1 Februari 2013 pukul 05.29 WIB di stasiun Masigit



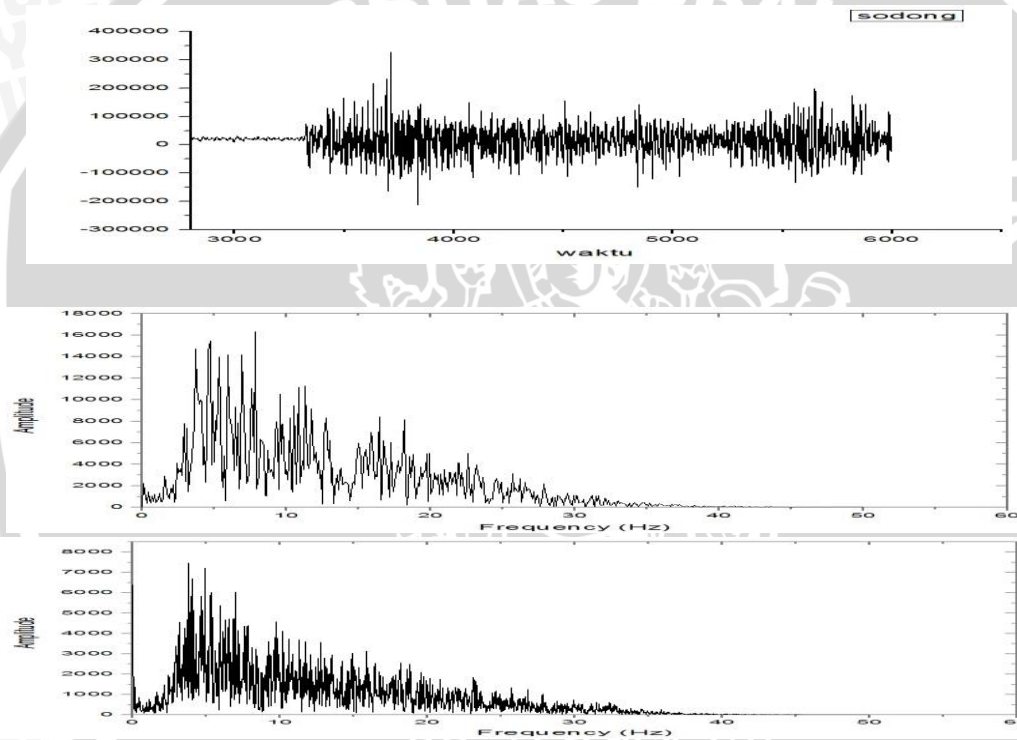
Gambar L 4.15 Event tanggal 1 Febuari 2013 pukul 05.29 WIB di stasiun Kabuyutan



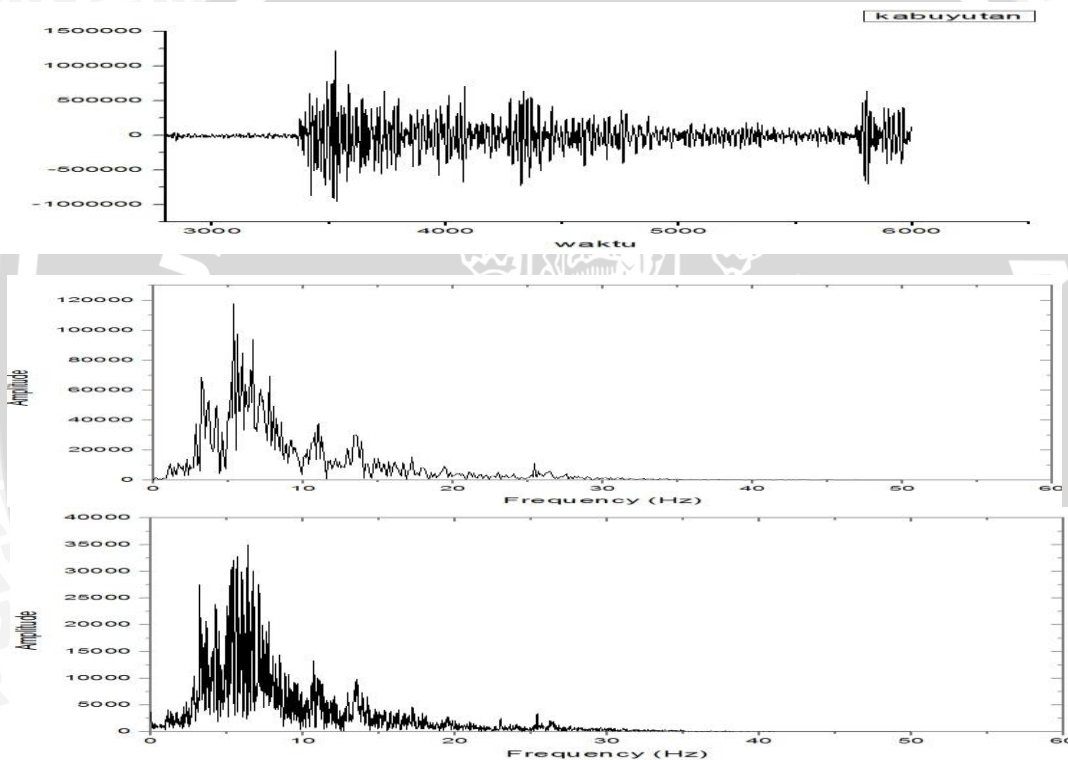
Gambar L 4.16 Event tanggal 3 Febuari 2013 pukul 19.19 WIB di stasiun Citiis



Gambar L 4.17 Event tanggal 3 Februari 2013 pukul 19.19 WIB di stasiun Masigit



Gambar L 4.18 Event tanggal 3 Febuari 2013 pukul 19.19 WIB di stasiun Sodong



Gambar L 4.19 Event tanggal 3 Febuari 2013 pukul 19.19 WIB di stasiun Kabuyutan