

**IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA SEISMIC  
BERDASARKAN FAKTOR AMPLIFIKASI TANAH  
DAN KETEBALAN SEDIMEN MENGGUNAKAN  
MIKROTREMOR DI KECAMATAN PACITAN,  
KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S-1

Program studi Fisika



diajukan oleh  
Frisca Wahyu Arifti  
10620004

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2014**



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3181/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Identifikasi Potensi Bahaya Seismik Berdasarkan Faktor Amplifikasi Tanah dan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor di Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Frisca Wahyu Arifti  
NIM : 10620004  
Telah dimunaqasyahkan pada : 23 Oktober 2014  
Nilai Munaqasyah : A-  
Dan dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga

**TIM MUNAQASYAH :**

Ketua Sidang

Nugroho Budi Wibowo, M.Si.  
NIP.198040223 200801 1 011

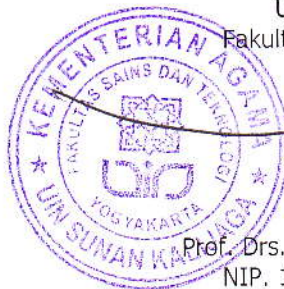
an Penguji I  
An. Kaprodi Fisika

Frida Agung Rahmadi, M.Sc  
NIP. 19780510 200501 1 003

Penguji II

Asih Melati, S.Si.,M.Sc.  
NIP. 198411102011012000

Yogyakarta, 27 Oktober 2014  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D  
NIP. 19580919 198603 1 002



## SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Pengajuan Munaqosyah

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

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

Nama : Frisca Wahyu Arifti  
NIM : 10620004  
Judul Skripsi : Identifikasi Potensi Bahaya Seismik Berdasarkan Faktor Amplifikasi Tanah Dan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor Di Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur

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

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

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 6 Oktober 2014

Pembimbing I

Nugroho Budi Wibowo, M.Si  
NIP. 19840223 200801 1 011

Pembimbing II

Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si  
NIP. 19771025 200501 1 004

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta 17 Oktober 2014

Yang menyatakan



Frisca Wahyu Arifti  
10620004

# **MOTTO**

**"Dunia mengajarkan kita tentang kehidupan**

**Kehidupan dilewati walaupun banyak beban**

**Ketika sedang menghadapi kesulitan**

**Serahkan semua pada Tuhan**

**Yakinlah dengan usaha dan do'a**

**kita bisa wujudkan"**

**(Penulis)**



Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan kepada:

- Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Ngatimin dan Ibu Nurliati yang selalu memberi do'a, dukungan dan kekuatan hingga terselesaikannya skripsi ini.
- Saudara saya tersayang, Rilo Wahyu Pamungkas, Mzi Kartika Sari dan Annisa Deka R yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
- Almamaterku Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu dan pengalaman.
- Teman-teman Fisika 2010 (Herawati, Nana, Fiqih, Antik, Dwi, Nur, Aya, Hanny, Fitriyani, Ary, Ahsin, Fuad, Bambang, Kukuh, Luthfi, Irul, Dany, Sidiq, Yappie, Alex) yang selalu setia mengmani dalam suka dan duka.

## KATA PENGANTAR



Dengan mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan Hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Identifikasi Potensi Bahaya Seismik Berdasarkan Faktor Amplifikasi Tanah Dan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor Di Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur”** sesuai dengan waktu yang direncanakan. Untuk itu kiranya penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Musya Asy'arie, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Fisika.
4. Bapak Nugroho Budi Wibowo, M.Si selaku pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak Thaqibul Niyartama, M.Si selaku pembimbing II saya yang dengan ikhlas memberikan waktu ditengah padatnya agenda untuk membimbing dengan sabar, memberikan motivasi dan semangat hingga terselesaikannya karya ini.

6. Ibu Retno Rahmawati, M.Si sebagai dosen penasehat akademik yang senantiasa membimbing dengan sabar selama perkuliahan.
7. Seluruh dosen Jurusan Fisika dan Staf Tata Usaha dan Karyawan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu.
8. Seluruh staff Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta yang telah memberikan izin penelitian, memberikan bimbingan dan arahan dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.
9. Pemerintahan Kabupaten Pacitan yang telah memberikan izin penelitian dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.
10. Teman-teman seperjuangan penelitian (Siti Makhmudah, Intan Novia Aryanti dan Fitria Afriliani) yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Teman - teman Fisika angkatan 2010 yang saling mendukung dalam perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 17 Oktober 2014

Penulis



**IDENTIFIKASI POTENSI BAHAYA SEISMIC BERDASARKAN  
FAKTOR AMPLIFIKASI TANAH DAN KETEBALAN SEDIMEN  
MENGUNAKAN MIKROTREMOR DI KECAMATAN PACITAN,  
KABUPATEN PACITAN,  
JAWA TIMUR**

**Frisca Wahyu Arifti  
10620004**

**INTISARI**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh banyaknya gejala alam gempabumi di Kecamatan Pacitan. Seperti Gempabumi yang terjadi pada tahun 1859 berkekuatan 7 SR dan tahun 2013 berkekuatan 5,5 SR di Kecamatan Pacitan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi bahaya seismik berdasarkan faktor amplifikasi tanah ( $A$ ) dan ketebalan sedimen ( $H$ ) menggunakan mikrotremor di Kecamatan Pacitan, Jawa Timur. Metode penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Seismograf TDL 303S pada 26 titik pengukuran dengan spasi *grid* 2 km. Data hasil pengukuran dianalisis menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) untuk mendapatkan frekuensi dominan ( $f_0$ ) dan faktor amplifikasi ( $A$ ). Hasil penelitian menunjukkan bahwa potensi bahaya seismik rendah terdapat di Kelurahan Ploso, Desa Bolosingo, Desa Banjarsari, Desa Mentoro, Desa Sironoboyo, Desa Kayen, Desa Sukoharjo, Desa Kembang dan Desa Dadapan. Potensi bahaya seismik sedang terdapat di Kelurahan Bangunsari, Desa Purworejo, Desa Sambong, Desa Karangnongko, Desa Sumberharjo, Desa Ngadirejan, Desa Menadi dan Desa Sedeng. Potensi bahaya seismik tinggi terdapat di Kelurahan Sidoharjo, Desa Arjowinangun, Kelurahan Baleharjo, Desa Pucangsewu dan Desa Tanjungsari. Potensi bahaya seismik sangat tinggi terdapat di Kelurahan Pacitan, Desa Semanten, Desa Widoro dan Desa Nanggung.

**Kata Kunci** : Faktor Amplifikasi Tanah, Ketebalan Sedimen, Mikrotremor.

**THE IDENTIFICATION OF POTENTIAL SEISMIC HAZARD BASED  
ON SOIL AMPLIFICATION FACTOR DAN THICKNESS SEDIMENT  
USING MICROTREMOR IN PACITAN SUBDISTRICT, PACITAN  
DISTRICT, EAST JAVA**

**Frisca Wahyu Arifti**  
**10620004**

**ABSTRACT**

This study is based on the fact that are many natural phenomenon such as earthquakes in Pacitan Subdistrict. As what happened at 1859 year strength of 7 SR an 2013 year strenggth of 5,5 SR. The aims of this study finding out the identification of potential seismic hazard based on soil amplification factor ( $A$ ) and sediment thickness ( $H$ ) using microtremor in Pacitan Subdistrict, East Java. The method of this study conducted by using seismograph TDL 303S on 26 measurement points with grid space 2 km. Data from measurement was analyzed using *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) method to obtain predominant frequency ( $f_0$ ) and amplification faktor ( $A$ ). The result of research showed that seismic hazard potential identification in Pacitan subdistrict indicated low seismic hazard potential obtained in Ploso Village, Bolosingo Village, Banjarsari Village, Mentoro Village, Sironoboyo Village, Kayen Village, Sukoharjo Village, Kembang Village dan Dadapan Village. Moderate seismic hazard potential obtained in Bangunsari Village, Purworejo Village, Sambong Village, Karangnongko Village, Sumberharjo Village, Ngadirejan Village, Menadi Village and Sedeng Village. High seismic hazard potential obtained in Sidoharjo Village, Arjowinangun Village, Kelurahan Baleharjo Village, Pucangsewu Village and Tanjungsari Village. Very high seismic hazard potential obtained in Kelurahan Pacitan Village, Semanten Village, Widoro Village and Nanggung Village.

**Key Words** : Soil Amplification Factor, Sediment Thickness, Microtremor.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>INTISARI</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah .....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	7
1.3. Rumusan Masalah .....	8
1.4. Tujuan Penelitian .....	8
1.5. Batasan Masalah .....	9
1.6. Manfaat Penelitian .....	9
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	10
2.1. Studi Pustaka .....	10
2.2. Landasan Teori .....	12
2.2.1. Kondisi Geologi Pacitan Kecamatan Pacitan .....	12
2.2.2. Gempabumi .....	17
2.2.3. Gelombang Seismik .....	10

2.2.4. Mikrotremor .....	30
2.2.5. Faktor Amplifikasi .....	41
2.2.6. Ketebalan Sedimen .....	45
2.2.7. Batuan Sedimen .....	48
2.2.8. Distribusi Frekuensi .....	54
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>55</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	55
3.2. Alat dan Bahan Penelitian .....	56
3.3. Proses Penelitian .....	59
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>70</b>
4.1. Hasil Penelitian .....	70
4.2. Pembahasan Hasil Penelitian .....	82
4.2.1. Struktur Lapisan Bawah Permukaan di Kecamatan Pacitan .....	82
4.2.2. Identifikasi Potensi Bahaya Seismik di Kecamatan Pacitan .....	94
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>96</b>
5.1. Kesimpulan .....	96
5.2. Saran .....	98
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>99</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>102</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penelitian yang relevan dengan Penelitian Di Wilayah Kecamatan Pacitan .....	10
Tabel 2.2	Klasifikasi jenis tanah Kanai dan Omote Nakajima dari Hasil Pengukuran Mikrotremor .....	40
Tabel 2.3	Skala <i>Wentworth</i> .....	50
Tabel 3.1	Beberapa Persyaratan Teknis Pengambilan Data Mikrotremor Di Lapangan .....	62
Tabel 3.2	Kriteria reliable dari kurva H/V .....	64
Tabel 3.3	Penentuan informasi bawah permukaan di Kecamatan Pacitan dari Nilai periode dominan tanah ( $T$ ) .....	65
Tabel 3.4	Penentuan Tingkat Potensi Bahaya Seismik Berdasarkan Faktor Amplifikasi dan Ketebalan Sedimen .....	67
Tabel 4.1	Data hasil pengukuran mikrotremor dari frekuensi dominan ( $f_o$ ) dan faktor amplifikasi ( $A$ ) disetiap titik pengukuran .....	70
Tabel 4.2	Data hasil perhitungan periode dominan ( $T$ ) di Kecamatan Pacitan .....	72
Tabel 4.3	Data hasil perhitungan ketebalan sedimen ( $H$ ) di Kecamatan Pacitan .....	73
Tabel 4.4	Hasil perhitungan potensi bahaya seismik di Kecamatan Pacitan .....	80
Tabel 4.5	Hasil identifikasi potensi bahaya seismik di Kecamatan Pacitan .....	81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Tatanan Tektonik Kepulauan Indonesia .....	2
Gambar 1.2	Peta Sesar Aktif di Pulau Jawa .....	3
Gambar 1.3	Peta Guncangan Gempa di Kabupaten Pacitan .....	4
Gambar 1.4	Peta Jalur Sesar Grindulu .....	5
Gambar 2.1	Peta Administrasi Kecamatan Pacitan .....	12
Gambar 2.2	Peta Geologi Kabupaten Pacitan, Jawa Timur .....	16
Gambar 2.3	Jenis – jenis Pertemuan Lempeng Tektonik .....	19
Gambar 2.4	Elemen Kubus Dalam Pengaruh <i>Stress – stress</i> yang Tidak Seimbang .....	21
Gambar 2.5	Penjalaran Gelombang P .....	26
Gambar 2.6	Penjalaran Gelombang S .....	27
Gambar 2.7	Penjalaran Gelombang <i>Rayleigh</i> .....	28
Gambar 2.8	Penjalaran Gelombang Love .....	29
Gambar 2.9	Tampilan Mikrotremor .....	31
Gambar 2.10	Model Cekungan yang Berisi Material Sedimen Halus .....	33
Gambar 2.11	Deformasi Regangan Pada Permukaan Tanah .....	36
Gambar 2.12	Keadaan bawah permukaan dari Batuan Sedimen .....	42
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian Kecamatan Pacitan .....	55
Gambar 3.2	(a) Peralatan Pengukuran Mikrotremor .....	56
	(b) <i>Digital Portable Seismograph</i> tipe TDL-303S dan .....	
	(c) Seismometer tipe TDV-23S .....	
Gambar 3.3	<i>Check List</i> Survei Mikrotremor .....	57
Gambar 3.4	Peta Geologi Kabupaten Pacitan .....	58
Gambar 3.5	Diagram Alir Tahapan Penelitian .....	59
Gambar 3.6	Diagram Desain Lintasan Penelitian .....	60
Gambar 3.7	Titik – titik Lokasi Penelitian .....	60

Gambar 3.8	Diagram Alir Tahapan Pengambilan Data Penelitian .....	61
Gambar 3.9	Data yang Terekam Saat Pengambilan Data .....	63
Gambar 3.10	Diagram Alir Pengolahan Data Penelitian .....	68
Gambar 4.1	Grafik hubungan antara average H/V dengan frekuensi ....	70
Gambar 4.2	(a) Peta Permodelan Frekuensi Dominan ( $f_o$ ), (b) Faktor amplifikasi ( $A$ ) di Wilayah Kecamatan Pacitan .....	71
Gambar 4.3	Peta permodelan Periode Dominan ( $T$ ) di Wilayah Kecamatan Pacitan .....	73
Gambar 4.4	(a) Peta permodelan Ketebalan Sedimen ( $H$ ) dan (b) Peta permodelan 3 Dimensi (3D) Ketebalan Sedimen ( $H$ ) Wilayah Kecamatan Pacitan .....	74
Gambar 4.5	Model Sayatan Profil Penampang di Wilayah Kecamatan Pacitan .....	75
Gambar 4.6	(a) Model Profil Penampang sayatan AA' antara Ketebalan Sedimen ( $H$ ), Jarak Sayatan dan Periode Dominan Tanah ( $T$ ), (b) Singkapan dititik S8 dan (c) Singkapan dititik S7 .....	76
Gambar 4.7	a) Model Profil Penampang sayatan BB' antara Ketebalan Sedimen ( $H$ ), Jarak Sayatan dan Periode Dominan Tanah ( $T$ ) dan (b) Singkapan dititik S4 .....	77
Gambar 4.8	(a) Model Profil Penampang sayatan CC' antara Ketebalan Sedimen ( $H$ ), Jarak Sayatan dan Periode Dominan Tanah ( $T$ ), (b) Singkapan dititik S2 dan (c) Singkapan dititik S6 ..	78
Gambar 4.9	Model Profil Penampang sayatan DD' antara Ketebalan Sedimen ( $H$ ), Jarak Sayatan dan Periode Dominan Tanah.	79
Gambar 4.10	Peta permodelan potensi bahaya seismik di Kecamatan Pacitan .....	81

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Hasil Data Pengukuran .....	102
Lampiran 2	Perhitungan Hasil Pengukuran .....	103
Lampiran 3	Tahap – Tahap Pengolahan Data .....	105
Lampiran 4	Data Bor Di Daerah Penelitian .....	111
Lampiran 5	<i>Technical Indicator Digital Portable</i> <i>Seismograph</i> Tipe TDL-303S .....	115
Lampiran 6	Analisa Sesame <i>European Research Project</i> .....	118
Lampiran 7	Dokumentasi Penelitian .....	123




# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang sangat rawan dengan bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir dan angin puting beliung. Bencana alam yang sering terjadi di Indonesia adalah bencana gempa bumi yang disebabkan oleh pergerakan lempeng tektonik. Bencana gempa bumi dapat menelan banyak korban jiwa dan mengakibatkan kerusakan pada sarana infrastruktur seperti bangunan dan jalan - jalan. Dalam Al - Qur'an menceritakan langsung mengenai fenomena gempa bumi, seperti yang terkandung pada Q.S. Al - 'Ankabuut ayat 37:

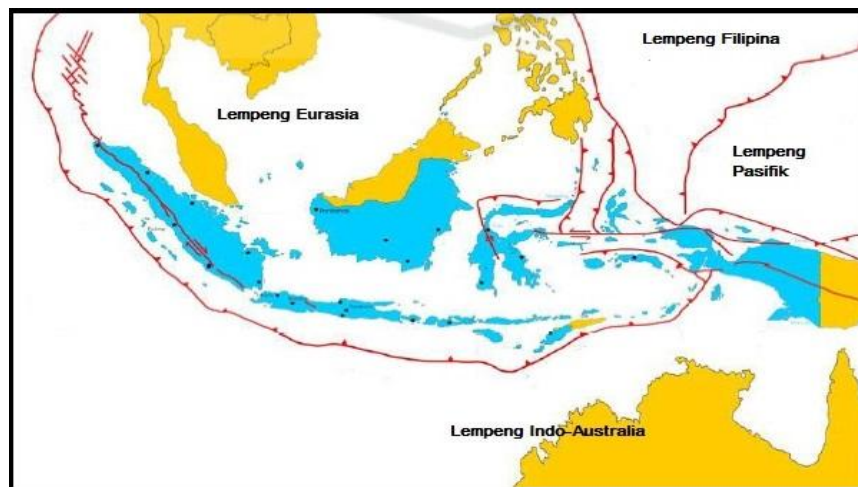
 فَكَذَّبُوهُ فَأَخَذَتْهُمُ الرَّجْفَةُ فَأَصْبَحُوا فِي دَارِهِمْ جِثِيمِينَ

Artinya: “*Mereka mendustakannya (Syu'aib), maka mereka ditimpa gempa yang dahsyat, lalu jadilah mereka mayat - mayat yang bergelimpangan di tempat - tempat tinggal mereka.*” (Al-Quran dan terjemahan Departemen Agama, 2009)

Pada ayat tersebut kata gempa bumi didapatkan pada penyebutan *kata ar - rajfah* yang berarti guncangan yang sangat besar. Di atas telah dijelaskan terjadi gempa yang mengguncang negeri mereka setelah mendustakan agama yang dibawa Nabi Syu'aib AS dan berbuat kerusakan di muka bumi, sebagai balasan

dari perbuatan tersebut mereka menjadi mayat - mayat yang bergelimpangan di tempat tinggal mereka (Shihab, 2002). Allah SWT memberikan azab atau hukuman sebagai bentuk peringatan, cobaan atau ujian bagi manusia yang melakukan kesalahan di muka bumi melalui rasul-Nya dan telah disampaikan pada kaumnya di waktu itu. Guncangan gempa bumi memperlihatkan kekuasaan Allah SWT untuk memperingatkan umatnya agar senantiasa selalu beriman kepada-Nya.

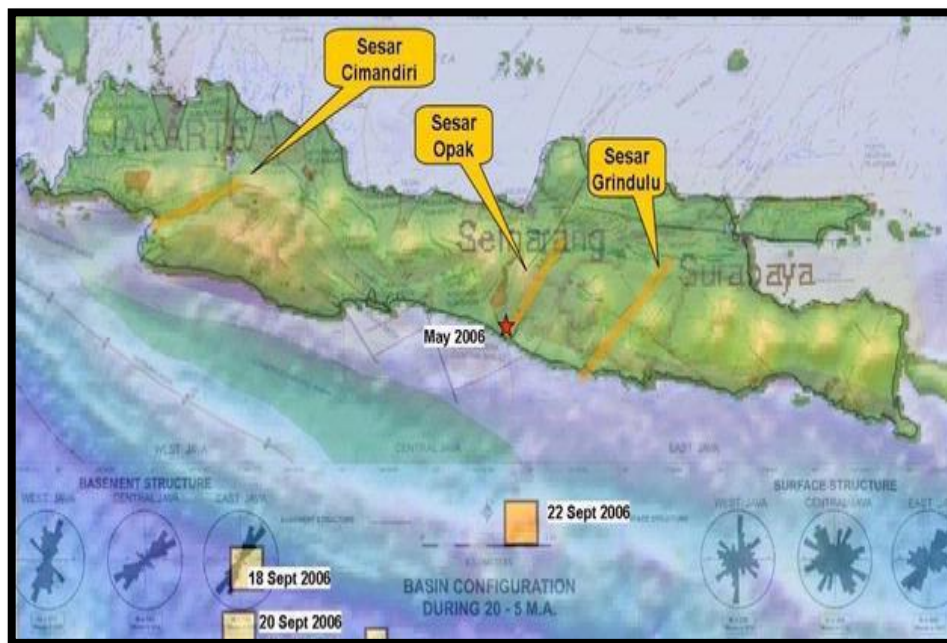
Indonesia merupakan salah satu wilayah dengan seismisitas tertinggi di muka bumi ini. Hal tersebut ditunjukkan oleh gempa-gempa beberapa tahun terakhir ini yang melanda Indonesia seperti gempa di Aceh, Padang, Yogyakarta, Pangandaran, Bengkulu, Pacitan dan masih banyak lagi. Hal ini dikarenakan Indonesia merupakan daerah pertemuan empat lempeng tektonik yaitu lempeng Indo – Australia, lempeng Eurasia, lempeng Filipina dan lempeng Pasifik (Bock *et al*, 2003).



**Gambar 1.1** Peta Tatanan Tektonik Kepulauan Indonesia (Harmadhoni, 2011)

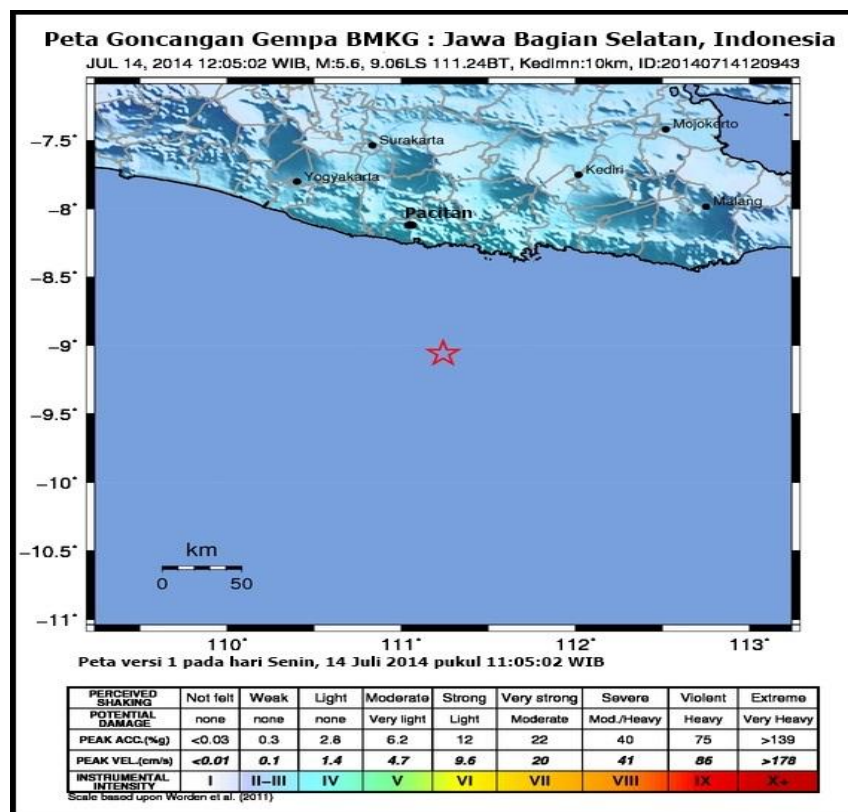
Pergerakan keempat lempeng tersebut saling bertumbukan membentuk zona subduksi dan patahan permukaan. Pergerakan ini akan membebaskan sejumlah energi yang telah terkumpul secara terus - menerus sampai pada suatu saat batuan pada lempeng tektonik tersebut tidak lagi kuat menahan gerakan tersebut kemudian mengalami proses pelepasan yang menimbulkan getaran gempabumi (Kertapati, 2004).

Pulau Jawa bagian selatan merupakan daerah yang rawan terjadinya gempabumi karena terdapat banyak patahan atau sesar yang aktif. Sesar tersebut adalah Sesar Cimandiri, Sesar Opak, dan Sesar Grindulu. Sesar Cimandiri terletak di Jawa Barat, Sesar Opak di Yogyakarta, sedangkan Sesar Grindulu di Kabupaten Pacitan (Priyowidodo, 2013).



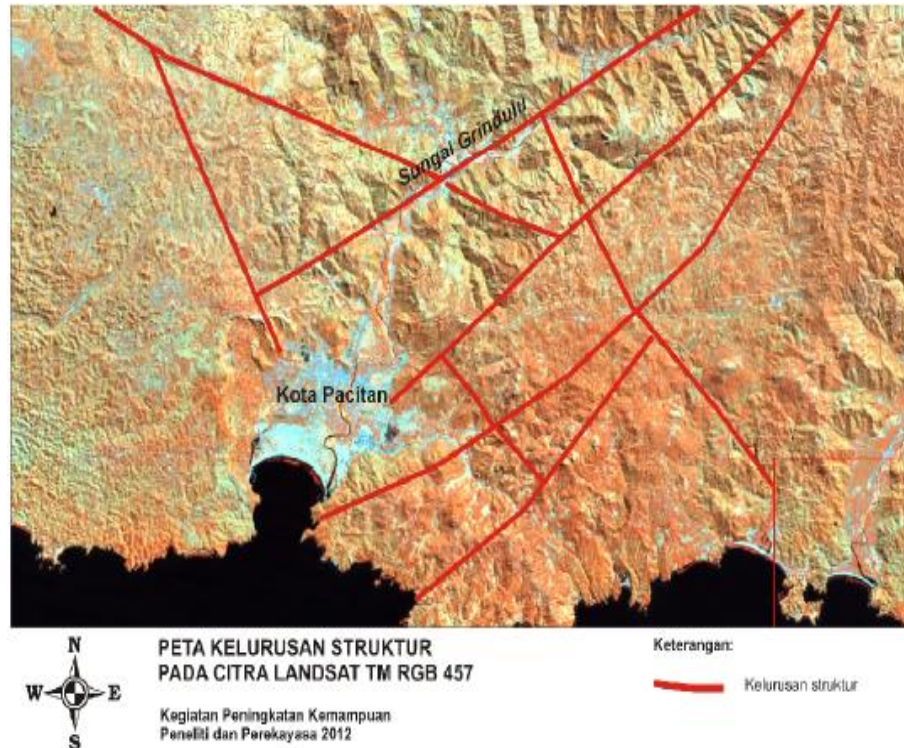
**Gambar 1.2** Peta sesar aktif di Pulau Jawa (Priyowidodo, 2013)

Kabupaten Pacitan merupakan daerah yang terletak pada jalur tektonik yang aktif. Sebagai wilayah yang terletak di dekat zona subduksi lempeng Indo - Australia dengan lempeng Eurasia, daerah tersebut sering mengalami gempabumi terutama Kecamatan Pacitan. Catatan sejarah menunjukkan bahwa gempabumi di Kabupaten Pacitan terjadi pada tahun 1859 berkekuatan 7 SR dan tahun 2013 berkekuatan 5,5 SR dengan kedalaman 10 km. Kemudian gempabumi yang terjadi pada tanggal 14 Juli 2014 berkekuatan 5,6 SR kedalaman 10 km. Berdasarkan guncangan gempa tersebut di Kabupaten Pacitan berskala IV MMI (*Modified Mercali Intensity*) (BMKG, 2014). Peta guncangan gempa di Kabupaten Pacitan ditunjukkan pada gambar 1.3.



Gambar 1.3. Peta guncangan gempa di Kabupaten Pacitan (BMKG, 2014)

Gempabumi di Wilayah Pacitan kemungkinan besar terjadi diakibatkan oleh sesar Grindulu (Hidayat, 2012).



**Gambar 1.4** Peta Jalur Sesar Grindulu (Hidayat, 2012)

Sesar Grindulu merupakan jalur patahan yang melewati Kecamatan Pacitan dan searah dengan jalur Sungai Grindulu. Jalur sesar ini sangat rawan karena menjadi rambatan gempa apabila terjadi tumbukan antara lempeng benua di Pulau Jawa dengan lempeng samudera di Laut Selatan. Beberapa kejadian gempabumi yang diakibatkan oleh pergerakan sesar Grindulu masih sangat berbahaya. Salah satu upaya pengurangan risiko bencana gempabumi adalah melakukan pengkajian mengenai potensi bahaya seismik di Kecamatan Pacitan. Kajian penelitian mengenai potensi bahaya seismik di wilayah Pacitan ini masih

terbatas karena penelitian sebelumnya menganalisis potensi likuifasi atau penurunan tanah. Tingkat bahaya gempa bumi tidak hanya disebabkan oleh besarnya magnitudo dan jarak dari pusat gempa bumi, tetapi kondisi geologi lokal sangat menentukan tingkat bahaya gempa bumi.

Kondisi geologi bawah permukaan merupakan faktor penting dalam mitigasi bencana gempa bumi. Secara signifikan struktur bawah permukaan berpengaruh terhadap karakteristik getaran gempa. Kondisi geologi di setiap wilayah mengalami perbedaan dari variasi formasi geologi, ketebalan, sifat-sifat fisika lapisan tanah, kedalaman *bedrock* dan permukaan struktur bawah permukaan sehingga diperlukan model profil penampang di wilayah Kecamatan Pacitan.

Struktur bawah permukaan dapat diketahui dengan dengan survei pengukuran mikrotremor. Mikrotremor merupakan getaran tanah yang ditimbulkan oleh peristiwa alam ataupun buatan, misal angin, gelombang laut, atau getaran kendaraan, yang dapat menggambarkan kondisi geologi dekat permukaan (Tokimatsu, 1995). Data mikrotremor dapat dianalisis dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Metode HVSr merupakan metode yang digunakan sebagai indikator struktur bawah permukaan tanah yang memperlihatkan hubungan antara perbandingan - perbandingan rasio spektrum fourier dari sinyal mikrotremor komponen horizontal terhadap komponen vertikalnya (Nakamura, 1989).

Parameter penting yang dihasilkan dari metode HVSR ialah frekuensi dominan dan faktor amplifikasi. Potensi bahaya seismik dapat diidentifikasi berdasarkan beberapa parameter seperti faktor amplifikasi tanah dan ketebalan sedimen yang dapat menggambarkan besarnya kekuatan gempa bumi yang terjadi. Karakteristik lapisan sedimen tersebut mempengaruhi terjadi guncangan gempa bumi yang besar atau kecil. Ketebalan lapisan sedimen di suatu wilayah memicu terjadinya resonansi gelombang gempa bumi, sehingga menimbulkan faktor amplifikasi atau penguatan getaran gempa bumi.

## **1.2. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijelaskan dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Kecamatan Pacitan merupakan daerah yang sering mengalami bahaya seismik.
2. Informasi mengenai struktur lapisan bawah permukaan di Kecamatan Pacitan masih terbatas.
3. Pemodelan profil penampang di wilayah Kecamatan Pacitan masih terbatas.
4. Informasi mengenai potensi bahaya seismik di wilayah Kecamatan Pacitan masih terbatas.

### **1.3. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur lapisan bawah permukaan di wilayah Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur?
2. Bagaimana potensi bahaya seismik berdasarkan nilai faktor amplifikasi tanah dan ketebalan sedimen di Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur?

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui struktur lapisan bawah permukaan di wilayah Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur.
2. Menentukan potensi bahaya seismik berdasarkan nilai faktor amplifikasi tanah dan ketebalan sedimen di Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan Jawa Timur.



### 1.5. Batasan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang diuraikan sebelumnya, maka penelitian ini dibatasi oleh:

1. Lokasi penelitian terletak di Kecamatan Pacitan, Jawa Timur.
2. Pengukuran di Kecamatan Pacitan dilakukan sebanyak 26 titik dengan spasial *grid* 2 km.
3. Identifikasi potensi bahaya seismik berdasarkan nilai faktor amplifikasi tanah dan ketebalan sedimen menggunakan mikrotremor metode *Horizontal Vertical to Spectral Ratio* (HVSr).
4. Model profil penampang dibagi menjadi 3 wilayah bagian dengan 4 sayatan yaitu wilayah Utara (Sayatan AA'), wilayah Tengah (Sayatan BB' dan CC') dan wilayah Selatan (Sayatan DD').

### 1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberikan informasi mengenai struktur lapisan bawah permukaan di wilayah Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur.
2. Memberikan informasi mengenai potensi bahaya seismik berdasarkan faktor amplifikasi tanah dan ketebalan sedimen di wilayah Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Dari penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Struktur lapisan bawah permukaan di wilayah Kecamatan Pacitan
  - a) Wilayah Kecamatan Pacitan Bagian Utara (Sayatan AA')

Struktur lapisan pada ketebalan 0 s.d. 20 m tergolong jenis batuan aluvial yang terdiri dari batu pasir berkerikil. Ketebalan 20 s.d. 60 m tergolong batuan aluvial terdiri pasir berkerikil, pasir berlempung keras, tanah liat, dan lempung. Pada ketebalan sedimen 60 s.d. 130 m tergolong batuan aluvial hasil dari sedimentasi delta top soil dan lumpur.

- b) Wilayah Kecamatan Pacitan Bagian Tengah (Sayatan BB' dan CC')

Struktur lapisan ketebalan 1 s.d. 4 m tergolong tanah penutup, kecoklatan, lunak - agak lunak dan 4 s.d. 14 m tergolong batu pasir dan batu lempung. Ketebalan 14 s.d. 40 m tergolong batuan tersier terdiri dari batuan pasir berkerikil keras dan batuan aluvial terdiri dari pasir, tanah liat dan lempung. Ketebalan 40 s.d. 200 m tergolong batuan aluvial hasil dari sedimentasi delta top soil dan lumpur.

- c) Wilayah Kecamatan Pacitan Bagian Selatan (Sayatan DD')

Struktur lapisan pada ketebalan 1 s.d. 3 m tergolong tanah penutup, kecoklatan, lunak - agak lunak dan ketebalan 3 s.d. 5 m tergolong jenis

batuan aluvial yang terdiri dari pasir berkerikil dan lempung. Pada ketebalan 5 s.d. 40 m tergolong batuan tersier terdiri dari batuan pasir berkerikil keras dan batuan aluvial terdiri dari pasir, tanah liat dan lempung. Ketebalan 40 s.d 120 m tergolong batuan aluvial hasil dari sedimentasi delta top soil dan lumpur.

2. Identifikasi potensi bahaya seismik di Kecamatan Pacitan berdasarkan amplifikasi dan ketebalan sedimen diperoleh bahwa bahaya seismik berpotensi rendah terdapat di Kelurahan Ploso, Desa Bolosingo, Desa Banjarsari, Desa Mentoro, Desa Sirnobojo, Desa Kayen, Desa Sukoharjo, Desa Kembang dan Desa Dadapan dengan nilai amplifikasi berkisar antara 0,79 s.d. 3,06 dan ketebalan berkisar antara 0 s.d. 5,8 m, bahaya seismik berpotensi sedang terdapat di Kelurahan Bangunsari, Desa Purworejo, Desa Sambong, Desa Karangnongko, Desa Sumberharjo, Desa Ngadirejan, Desa Menadi dan Desa Sedeng dengan nilai amplifikasi berkisar antara 3,07 s.d. 5,96 dan ketebalan berkisar antara 5,9 s.d. 10 m, bahaya seismik berpotensi tinggi terdapat di Kelurahan Sidoharjo, Desa Arjowinangun, Kelurahan Baleharjo, Desa Pucangsewu dan Desa Tanjungsari dengan nilai amplifikasi berkisar antara 6 s.d. 8,90 dan ketebalan berkisar antara 10,1 s.d. 49 m dan bahaya seismik berpotensi sangat tinggi terdapat di Kelurahan Pacitan, Desa Semanten, Desa Widoro dan Desa Nanggung dengan nilai amplifikasi berkisar antara 9 s.d. 9,96 dan ketebalan berkisar antara 50,81 s.d. 207,47 m.

## **5.2. Saran**

Untuk penelitian selanjutnya disarankan titik pengukuran mikrotremor dilakukan dengan jarak yang dekat agar hasil yang diperoleh lebih akurat dan teliti. Untuk Pengembangan skripsi ini diperlukan perhitungan variabel yang lain untuk mengidentifikasi potensi bahaya seismik agar dapat diketahui bahaya yang dapat terjadi di masa depan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar, 2009, *Seismologi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Bappeda, (2013), *Album Peta RT/RW Kabupaten Pacitan 2009-2028*, Pacitan: Bappeda.
- BMKG, 2010, *Kajian Kerawanan Bahaya Gempabumi di Kabupaten bantul, DIY*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan geofisika, Yogyakarta
- BMKG, 2014, *Peta Goncangan Gempabumi di Kabupaten Pacitan*. Diakses dari <http://www.bmkg.go.id> pada tanggal 23 Oktober 2014, Pukul 13.00 WIB
- Bock, Y., Prawirodirdjo, L., Genrich, J., Stevens, W., McCaffrey, R., Surabaya, C., Puntodewo, S., and E, Calais. (2003). Crustal Motion in Indonesia from Global Positioning System Measurements. *America: Journal of Geophysical Research Vol.108 No. B8*.
- Bolt, B. A., 1978, *“Earthquakes, A Primer. San Francisco”*, W. H. Freeman.
- BPS, 2013, *Pacitan dalam Angka 2013*. BPS Kabupaten Pacitan, Pacitan.
- Bukhori, A dan Irjan, 2011, *Pemetaan Wilayah Rawan Bencana Berdasarkan Data Mikroseismik Menggunakan TDS ( Time Digital Seismograph ) Tipe 303 S*. Jurnal Neutrino, Vol. 3 no. 2 April 2011
- Bullen, K.E., 1963, *An Introduction to the Theory of Seismology*, University Press, Cambridge.
- Daryono et al, 2009, *Data Mikrotremor dan Pemanfaatannya untuk pengkajian Bahaya Gempabumi*. Badan Klimatologi dan Geofisika, Yogyakarta.
- Departemen Agama, 2009, *Al-Qur'an dan Terjemahan*, PT. Sygma Examedia Arkanleema, Jakarta.
- Dinas Pertambangan dan Energi, Kabupaten Pacitan 2014, *Data Bor di Kacamatan Pacitan*, Kabupaten Pacitan, Jawa Timur.
- Edwija, D, 2008, *Kajian Terhadap Indek Bahaya Seismik Regional Rata-Rata Sumatera Barat*, No. 29 Vol.1 Thn. XV April 2008, Laboratorium Geofisika Jurusan Teknik Sipil Unand, Sumatra Barat
- Elnashai, S.A. dan Sarno, D.L, 2008, *Fundamental of Earthquake Engineering*. Wiley, Hongkong.
- Dahliyatin N, E, 2010, *Pengaruh Pergeseran Lempeng Bumi Terhadap Penentuan Arah Kiblat Masjid-Masjid Di Kota Yogyakarta*, UIN Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Haifani, A. M, *Manajemen Resiko Bencana Gempa Bumi (Studi Kasus Gempabumi Yogyakarta 27 Mei 2006)*.
- Harmadhoni, D, 2011, *Analisis mekanisme Fokus gempa Di Blitar – Jawa Timu 17 Mei 2011* (Skripsi), UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta
- Hertanto, B.H, Ramelan, H.A., dan Budiastuti, S. (2011). *The Delopment Of Karst Area Ecotourism Object Potency In The West Pacitan Regency of The East Jawva Province*. Surakata: Jurnal EKOSAINS Vol III No. 2.

- Hidayat, Edi dkk. *Kajian Tektonik Aktif Pada Patahan Grindulu Untuk Mendukung Mitigasi Bencana Gempabumi dan Gerakan Tanah di Wilayah Pacitan*. Balai Informasi dan Konservasi Kebumihan Karangasambung (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia).
- Hilman S. A, 2006, *Pemodelan Top basement dan Diskontinuitas Moho Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya Berdasarkan Waktu Tempuh dan Sudut Datang Gelombang P Menggunakan Sumber Gempa dari Arah Tenggara*, (Skripsi), Program Studi Geofisika, Jurusan Fisika, FMIPA, UGM Yogyakarta.
- Ikhsan, R, 2011, *Analisis Potensi Likuifaksi Dari Data CPT dan SPT Dengan Studi Kasus PLTU ENDE Nusa Tenggara Timur* (Skripsi), Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Indonesia, Depok.
- Kecamatan Pacitan, (2013), *Latar Belakang Kecamatan Pacitan*. Diakses dari <http://kecamatan.pacitankab.go.id> pada tanggal 20 Januari 2014, Pukul 10.00 WIB.
- Kertapati, E. K, 2004, "*Aktivitas Gempabumi di Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*", Badan Penelitian dan Pengembangan, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Lermo et al, 1993, *Site Evaluation Using Spectral Ration with Only One Station*. Bulletin of Seismological Society of America, Vol. 83, No. 5, pp 157-1594, America.
- Martasari, S. F, 2013, *Analisis Struktur Lapisan tanah Berdasarkan ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor dengan Metode Horizontal To Vertical Ratio (HVSr)(Skripsi)*, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Mirzaoglu, Mete. And Dykmen, Unal, 2003, Application of microtremors to seismic microzoning procedure. Bjournal of the Balkan Geophysical, Vol. 6, No. 3, p., Balkan.
- Motamed, R, et al, 2007, *Seismic Microzonation and Damage Assesment of Bam City*, Southern Iran: Journal of Earthquake Engineering.
- Mucciarelli, M., et al, 1999, *Reappraisal of a XVI Century Earthquake Combining Historical, Geological and Instrumental Information*. Proceeding of Workshop of E.S.C. Sub-Comm. On Historical Seismology, Macerata, Italy.
- Nakamura, Y, 1989, *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on the Ground Surface*, Quarterly Report of RTRI.
- Nakamura, Y, 2000, *Real Time Information System for Seismic Hazards Mitigation UrEDAS, HERAS and PIC*, Quartely Reportt of RTRI, Vol.37, No.3, 112-117, Japan.
- Nakamura, Y, 2008, *On The H/V Spectrum. China: The 14th World Conference on Earthquake Engineerin*, Japan
- Pandu, Juan, 2012, *Analisa Mikrotremor HVSr untuk memetakan Potensi Likuifaksi Di daerah Pesisir Kecamatan Pacitan*, Jurusan Fisika MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

- Pratiwi, W, 2011, *Geologi Dan Studi Fasies Gunung Api Satuan Nglanggran, Daerah Pohijo, Kecamatan Sampung, Kabupaten Ponorogo, Propinsi Jawa Timur*, skripsi, UPN Yogyakarta.
- Priowidodo, G dan Jandy E, L, 2013, *Literasi Mitigasi Bencana Tsunami Untuk masyarakat Pesisir Di Kabupaten Pacitan Jawa Timur*, Jurnal Vol.13 No.1, Program Studi Ilmu Komunikasi, UK Petra, Surabaya.
- BMKG, 2010, *Kajian Kerawanan Bahaya Gempabumi Di Kabupaten Bantul, DIY*, (Laporan hasil Pekerjaan), Pusat Penelitian Dan Pengembangan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta
- Raja, M, 2007, *Ekspolarasi Umum Endapan Zikron di Kabupaten Katingan Provinsi Kalimantan Tengah*.
- Santosa, J, 2009, *“Potensi Dan Pengembangan Obyek Wisata Pantai Klayar Di Kabupaten Pacitan”*, UNS, Surakarta
- Sapiie, dkk, 2001, *Geologi Fisik*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- SESAME, 2004, *Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*, SESAME European research project, Europe.
- Setiawan, J.H., 2008, *Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya*, Thesis Magister ITB, Bandung.
- Setiyaji, A., 2009, *Analisis Kualitas Data Seismik 6 Stasiun Indonesia menggunakan PQLX Periode 21-30 April 2009*, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta
- Shihab, M Quraish, 2002, *Tafsir al-Misbah : Pesan kesan dan keserasian al-Qur’an, volume 5*, Lentera Hati, Jakarta.
- Slob, 2007, *Micro Seismik Hazard Analysis*, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Netherlands.
- Supranto, J, 2008, *“Statistik Teori dan Aplikasi Edisi ke Tujuh”*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Sungkono, 2011, *Evaluation Of building Strength from Microtremor analysis*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, Surabaya
- Telford, W.M., et al, 1976, *Applied geophysics*, Cambridge University Press, Cambridge
- Tokimatsu, K, 1995, *“Geotechnical site characterization using surface waves”*, In *Proc. 1st Intl. Conf. Earthquake Geotechnical Engineering*, Ishihara (ed), Balkema, 1333-1368
- Triyoso, W, 1991, *Konsep – konsep Dasar Seismologi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

## LAMPIRAN 1

### HASIL DATA PENGUKURAN

Hari	ID	Longitude	Latitude	Frekuensi Dominan Tanah ( $f_0$ ) (Hz)	Amplifikasi (A)	Kecepatan Gelombang S atau $V_s$ 30(m/s)	Periode Dominan (T)(s)	Ketebalan Sedimen (H)(m)
1	6	111,060719	-8,209222	9,59679	1,59877	565,0437	0,104201509	14,71960155
	7	111,078244	-8,210211	2,11654	7,42727	538,7338	0,472469219	63,63378438
	9	111,098075	-8,210431	6,80647	2,15656	219,035	0,146919034	8,045102674
	11	111,077647	-8,232955	7,29059	3,06246	562,6254	0,13716311	19,29286244
	13	111,102719	-8,228191	0,781512	0,787837	449,2217	1,279570883	143,7027518
	17	111,078827	-8,220761	1,40147	4,93707	462,9833	0,713536501	82,58887097
	19	111,062297	-8,173975	1,976	4,7988	542,11	0,506072874	68,5867915
	24	111,065617	-8,188856	5,53859	4,71606	684,0839	0,180551368	30,87807095
2	3	111,097711	-8,191955	1,22152	7,09018	339,02	0,818652171	69,38486476
	4	111,114842	-8,192344	2,11654	7,52027	333,8957	0,472469219	39,43886012
	5	111,137063	-8,192108	4,06551	1,68168	689,0543	0,2459716	42,37194718
	8	111,116394	-8,209716	12,2059	1,16716	288,2611	0,081927592	5,904134476
	10	111,134119	-8,204811	5,17081	2,81231	494,5718	0,193393298	23,91171789
	14	111,134839	-8,234911	3,79555	3,61238	662,4785	0,263466428	43,63521097
	15	111,133002	-8,219008	5,35154	1,51708	661,8058	0,1868621	30,91660531
	18	111,131658	-8,155605	2,04506	1,83103	715,0206	0,488983208	87,40826675
	22	111,115925	-8,173152	0,837098	9,95892	491,6079	1,19460326	146,8191
	23	111,132972	-8,173583	4,35468	2,04034	766,7286	0,229637999	44,0175053
3	1	111,097222	-8,163617	1,66412	2,56021	451,442	0,600918203	67,81992885
	2	111,081894	-8,192225	0,704976	1,67733	585,0368	1,418488005	207,4669209
	12	111,119888	-8,153211	7,29059	2,4989	750,907	0,13716311	25,74918491
	16	111,119136	-8,219494	13,531	1,70341	602,4033	0,073904368	11,13005875
	20	111,079914	-8,174339	2,60106	4,35187	640,3366	0,384458644	61,5457352
	21	111,100719	-8,170958	1,976	4,00947	401,6234	0,506072874	50,81267713
	36	111,061444	-8,236169	5,17081	2,76435	467,1407	0,193393298	22,58547017
	B	111,107081	-8,196372	1,84479	5,96139	346,9229	0,542067119	47,01387421



## LAMPIRAN 2

### PERHITUNGAN HASIL PENGUKURAN

#### A. Perhitungan pada Pengukuran Titik 1

1. Menentukan Kriteria Reliable

- Jumlah Siklus yang Signifikan ( $n_c$ )

$$\text{Dengan: } I_w = 25; n_w = 32; f_o = 1,66412$$

$$n_c = I_w \cdot n_w \cdot f_o = 25 \cdot 32 \cdot 1,66412 = 1331,296$$

- Standar Deviasi ( $\sigma_A$ )

$$\text{Rata - rata } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{100} \times (182,1469) = 1,821469$$

$$\text{Standar deviasi : } \sigma_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{11,72135}{100-1}} = \sqrt{0,118397} = 0,344089$$

2. Menghitung Periode Dominan Tanah (T)

$$T = \frac{1}{f_o} = \frac{1}{9,59679} = 0,104201 \text{ s}$$

3. Menghitung Ketebalan Sedimen (H)

$$H = \frac{V_s}{4f_o} = \frac{565,0437}{4 \times 9,59679} = 14,719601 \text{ m}$$

#### B. Menentukan Kelas Potensi Bahaya Seismik

Faktor Amplifikasi		Ketebalan Sedimen	
No Kelas	Keterangan	No Kelas	Keterangan
1	Bahaya Seismik Rendah	x 1	Bahaya Seismik Rendah
2	Bahaya Seismik Sedang	2	Bahaya Seismik Sedang
3	Bahaya Seismik Tinggi	3	Bahaya Seismik Tinggi
4	Bahaya Seismik Sangat Tinggi	4	Bahaya Seismik Sangat Tinggi

1x1= 1	2x1=2	3x1= 3	4x1= 4
1x2= 2	2x2= 4	3x2= 6	4x2= 8
1x3= 3	2x3= 6	3x3= 9	4x3= 12
1x4= 4	2x4= 8	3x4= 12	4x4= 16

■ Banyaknya Kelas (K) sudah ditentukan = 4

■ Rentang data (R) = nilai data maksimum – nilai data minimum = 16 – 1 = 15

✚ Panjang kelas interval (P) =  $R/K = 15/4 = 3,75$

✚  $(1 + 3,75) - 0,01 = 4,74$

✚  $(4,75 + 3,75) - 0,01 = 8,49$

✚  $(8,5 + 3,75) - 0,01 = 12,24$

✚  $(12,25 + 3,75) - 0,01 = 16$

ID	Latitude (°)	Longitude (°)	Zona Faktor amplifikasi (A)	Zona Ketebalan Sedimen (H)(m)	Skor Total	Kelas
6	-8,209222	111,060719	1	3	3	1
7	-8,210211	111,078244	3	4	12	3
9	-8,210431	111,098075	1	2	2	1
11	-8,232955	111,077647	2	3	6	2
13	-8,228191	111,102719	1	4	4	1
17	-8,220761	111,078827	2	4	8	2
19	-8,173975	111,062297	2	4	8	2
24	-8,188856	111,065617	2	3	6	2
3	-8,191955	111,097711	3	4	12	3
4	-8,192344	111,114842	3	3	9	3
5	-8,192108	111,137063	1	4	4	1
8	-8,209716	111,116394	1	2	2	1
10	-8,204811	111,134119	1	3	3	1
14	-8,234911	111,134839	2	3	6	2
15	-8,219008	111,133002	1	3	3	1
18	-8,155605	111,131658	1	4	4	1
22	-8,173152	111,115925	4	4	16	4
23	-8,173583	111,132972	1	3	3	1
1	-8,163617	111,097222	1	4	4	1
2	-8,192225	111,081894	1	4	4	1
12	-8,153211	111,119888	1	3	3	1
16	-8,219494	111,119136	1	3	3	1
20	-8,174339	111,079914	2	4	8	2
21	-8,170958	111,100719	2	4	8	2
36	-8,236169	111,061444	1	3	3	1
B	-8,196372	111,107081	2	3	6	2

### Klasifikasi Potensi Bahaya Seismik

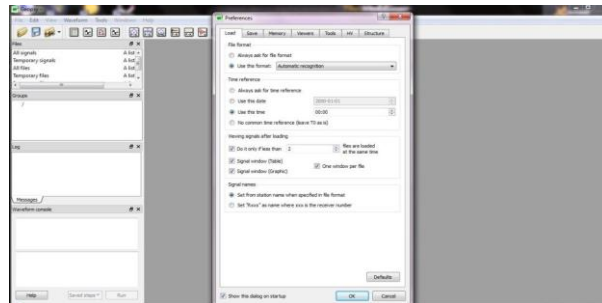
No Kelas	Kelas Interval	Tally	Frekuensi	Keterangan
1	1 – 4,74	IIII IIII III	14	Bahaya Seismik Rendah
2	4,75 – 8,49	IIII III	8	Bahaya Seismik Sedang
3	8,50 – 12,24	III	3	Bahaya Seismik Tinggi
4	12,25 – 16	I	1	Bahaya Seismik Sangat Tinggi

## LAMPIRAN 3

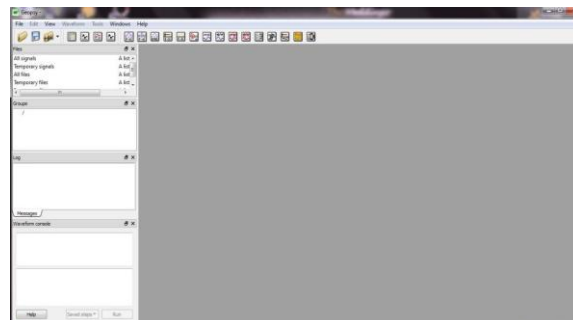
### TAHAP-TAHAP PENGOLAHAN DATA

#### A. Menganalisis Data Mikrotremor

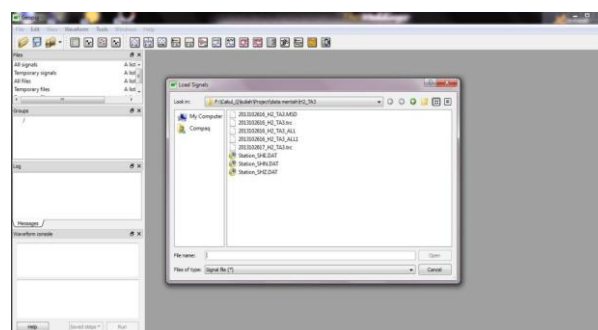
1. Buka aplikasi *software Sesaray-Geopsy*, maka akan muncul:



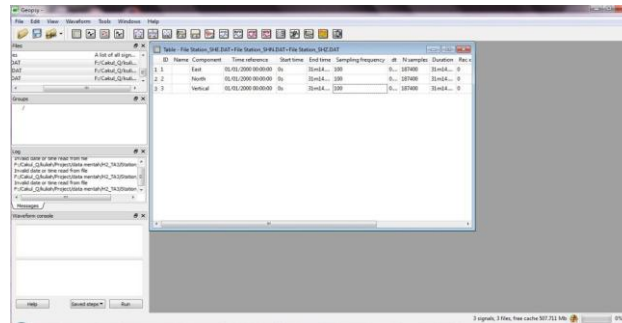
2. Klik Oke, maka akan muncul:



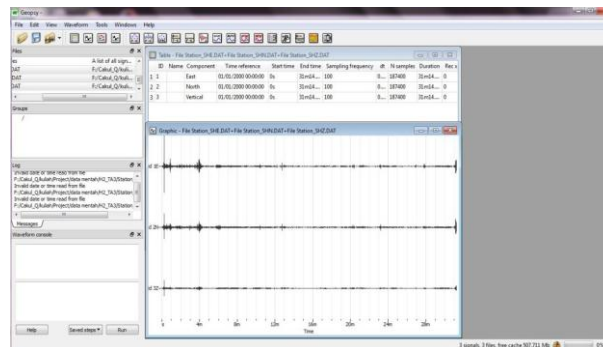
3. Klik import signals, kemudian dicari file penyimpanan data titik-titik pengukuran, dipilih dalam bentuk dat kemudian klik Open.



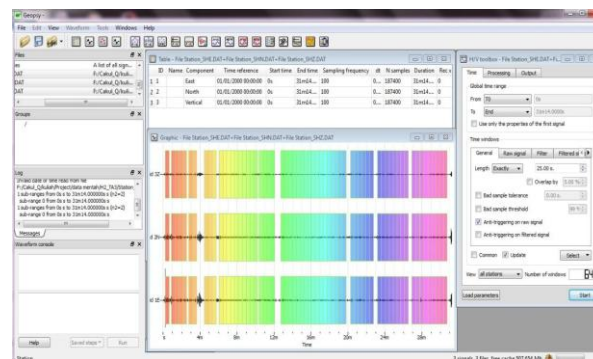
- Klik *file* dengan format *dat* lalu klik kanan pilih *table*, kemudian isi *name component* dan isi *sampling frequency* maka akan muncul kotak seperti gambar dibawah ini.



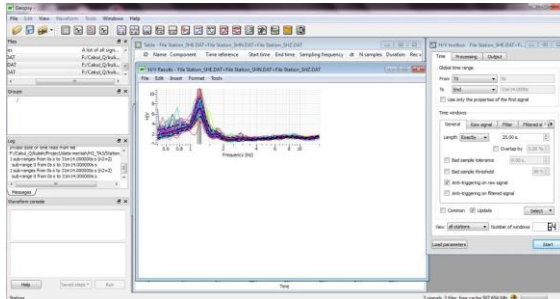
- Klik *file* dengan format *dat* lalu klik kanan pilih *graphic*, kemudian akan muncul kotak seperti gambar dibawah ini.



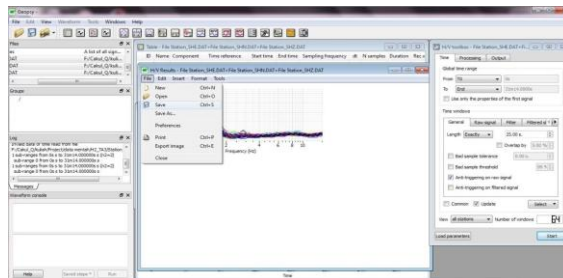
- Klik H/V pada *tool bar*, maka akan muncul *spectral ratio toolbox*. Kemudian klik *start* maka muncul *window*.



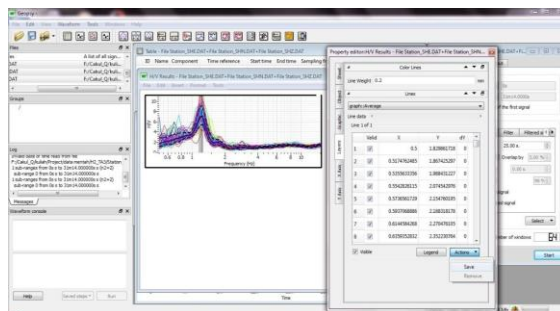
7. Maka akan muncul grafik seperti gambar di bawah ini.



8. Untuk menyimpan, klik *file* kemudian pilih *save results as*.



9. Untuk menyimpan data, klik kanan kemudian *properties* lalu klik *actions* kemudian *save*.

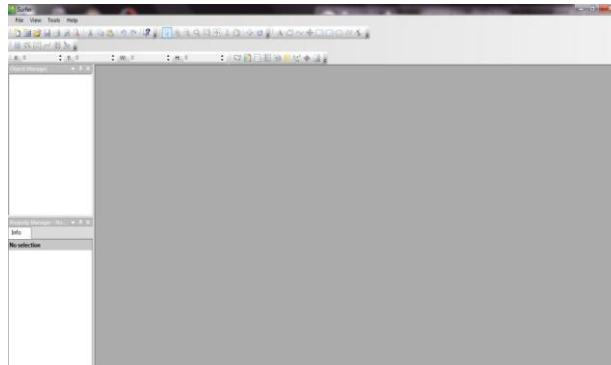


10. Data hasil olahan software Sessaray-geopsy menggunakan Excel.

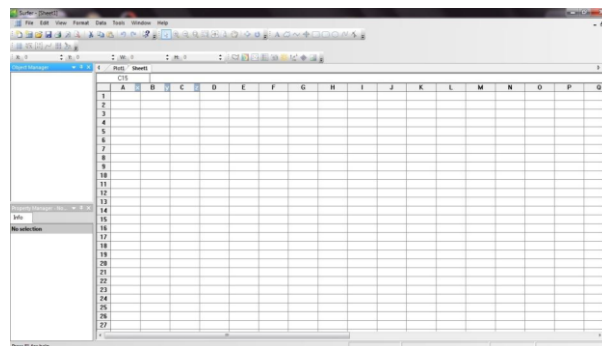
No	F	A	P	Q	S	T	R
1	0.5	1.82886	0				
2	0.5127676	1.847403	0				
3	0.5205661	1.866843	0				
4	0.5283646	1.887046	0				
5	0.537963	1.914726	0				
6	0.5493617	1.950832	0				
7	0.5625602	1.997098	0				
8	0.5775587	2.055233	0				
9	0.5943572	2.127098	0				
10	0.6130557	2.214333	0				
11	0.6336542	2.319568	0				
12	0.6561527	2.446803	0				
13	0.6806512	2.598038	0				
14	0.7071497	2.776273	0				
15	0.7356482	2.985508	0				
16	0.7661467	3.230743	0				
17	0.7986452	3.517978	0				
18	0.8331437	3.843213	0				
19	0.8696422	4.203448	0				
20	0.9081407	4.593683	0				
21	0.9486392	5.019918	0				
22	0.9911377	5.487153	0				
23	1.0356362	6.000388	0				
24	1.0821347	6.564623	0				
25	1.1306332	7.184858	0				
26	1.1811317	7.866093	0				

## B. Pembuatan Peta Model Menggunakan Software Surfer 10

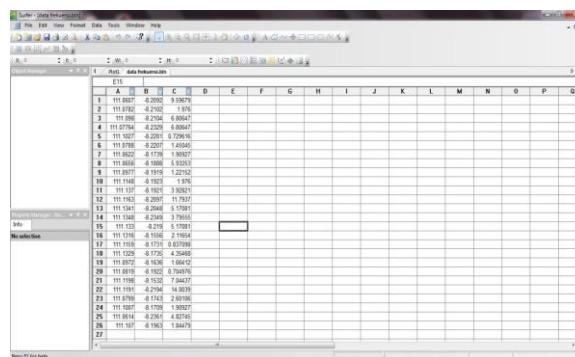
1. Buka aplikasi *Software Surfer 10*, maka akan muncul:



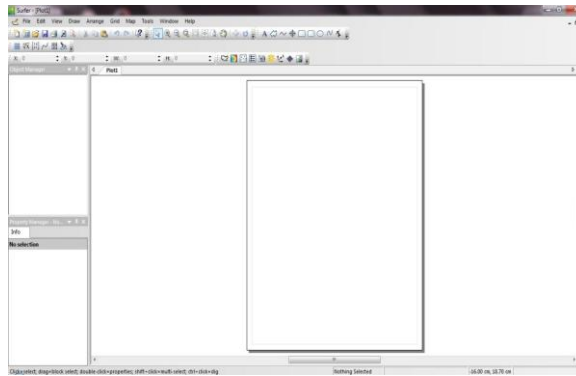
2. Klik *File* → *New* → *Worksheet*



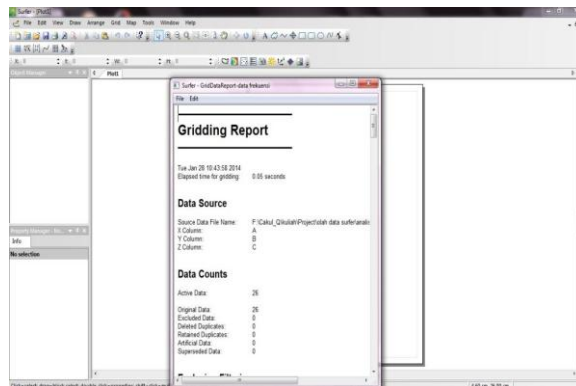
3. Pada kolom x diisi data longitudinal, kolom y diisi data latitudinal, dan kolom dan z diisi dengan data yang akan dibuat peta permodelan, misalnya data periode.



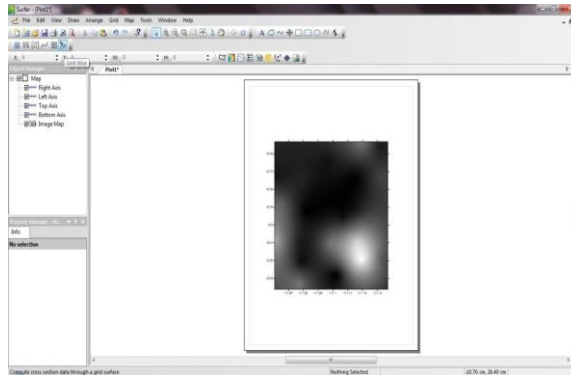
4. *Save* dalam bentuk BLN.
5. Klik *File* → *New* → *Plot*



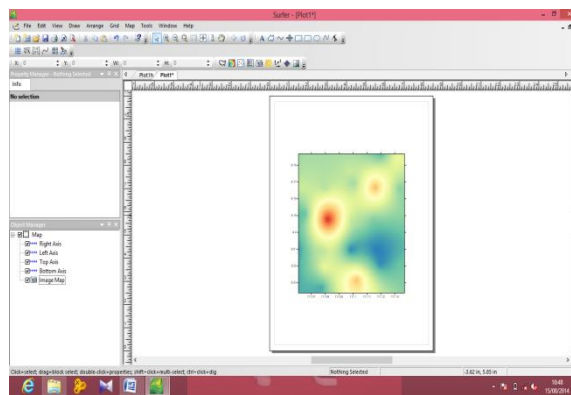
6. *Grid* → *Data* → pilih data bln → *Open* → *Oke* , maka menghasilkan *file* tipe GRD.
7. *Save Grid Data Report*



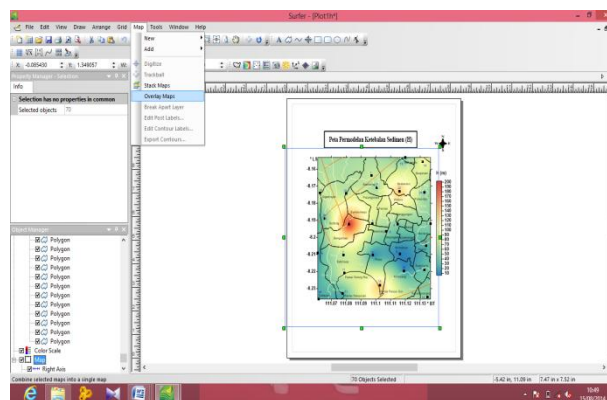
8. *Map* → *New* → *Image Map* → pilih data GRD → *Open*.



9. Mengubah warna *image*, klik *image* → *General* → *Colors* → pilih warna tema yang dikehendaki. Klik *Interpolate pixels* → klik *show color scale*.



10. Menambahkan peta, klik *Map* → *New* → *Base Map* → Pilih peta yang akan ditambahkan kemudian mengkompail peta dengan cara *Overlay map*.





## LAMPIRAN 4

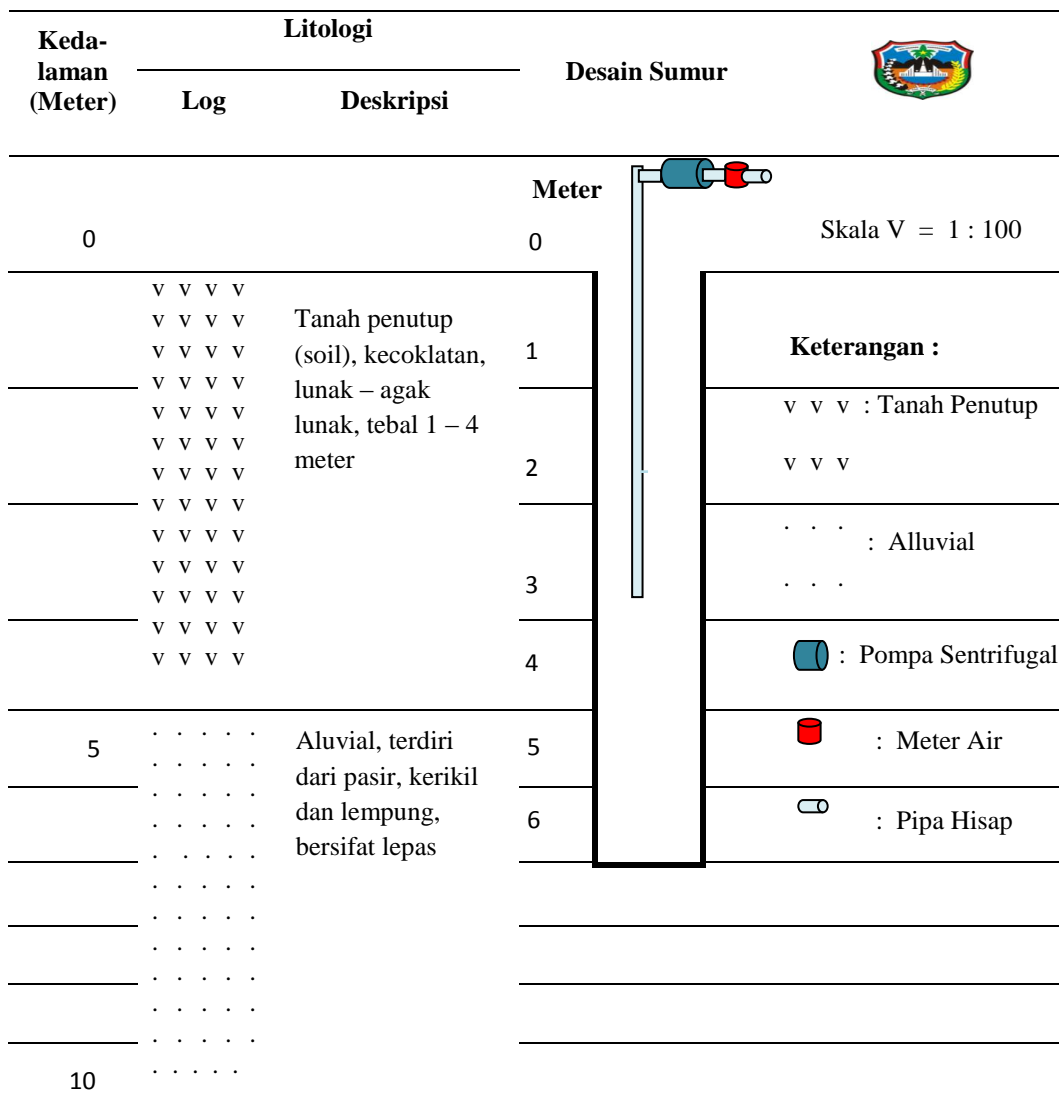
## DATA BOR DI DAERAH PENELITIAN

## ➤ B1

Tempat pemboran : Jl. Basuki Rahmat No. 36 Kel. Baleharjo Kec/Kab. Pacitan.

Kedalaman : 6 (enam) meter

Titik Koordinat : 08° 11' 40,6" LS, 111° 06' 28,7" BT



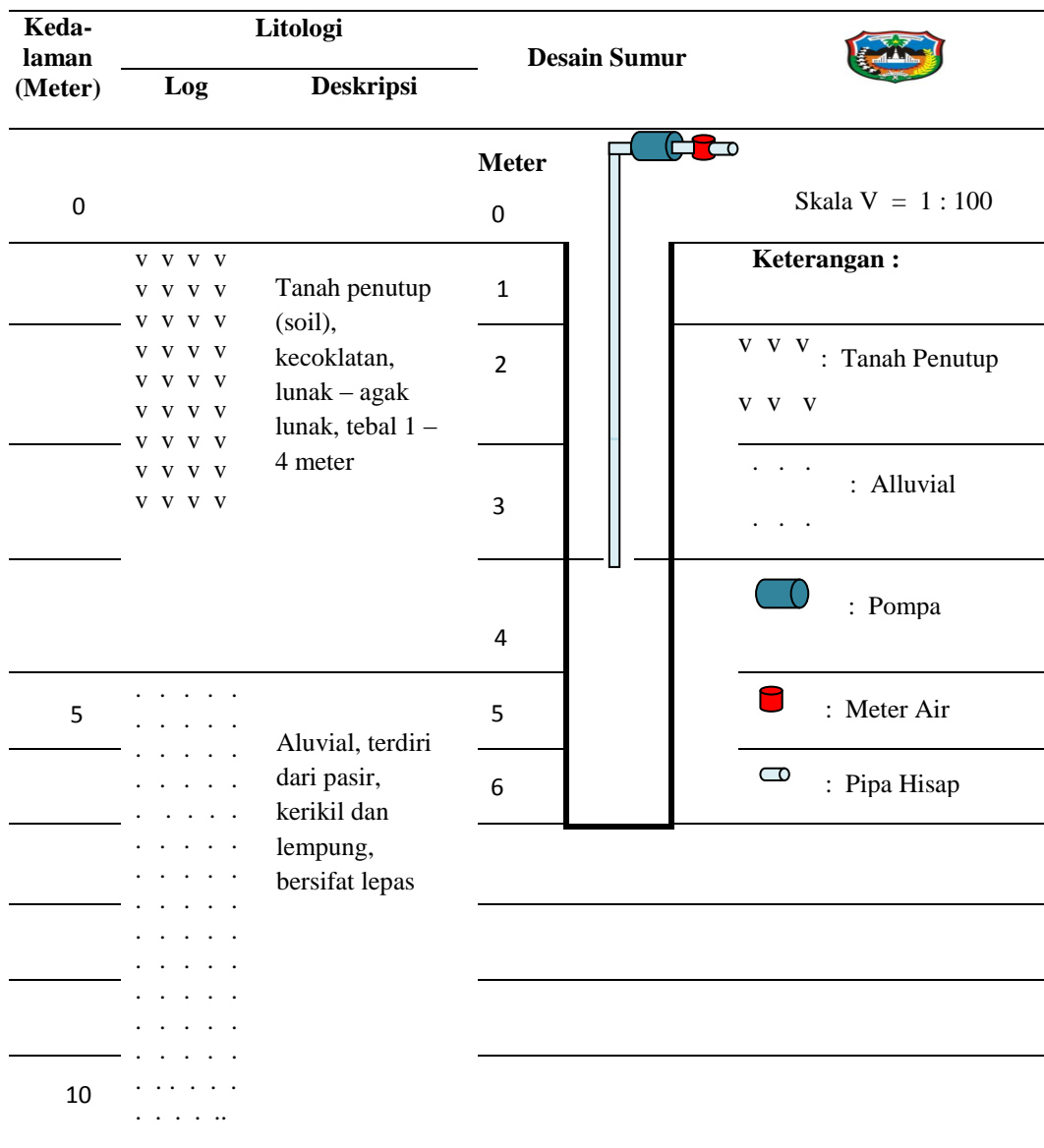
(Sumber: Dinas Pertambangan dan Energi, Kabupaten Pacitan, 2014)

➤ **B3**

Tempat pemboran : Jl. Gatot Subroto No. 9A Kel. Baleharjo Kec/Kab. Pacitan.

Kedalaman : 6 (enam) meter.

Titik Koordinat : 08° 11' 46,7" LS, 111° 07' 23,9" BT.



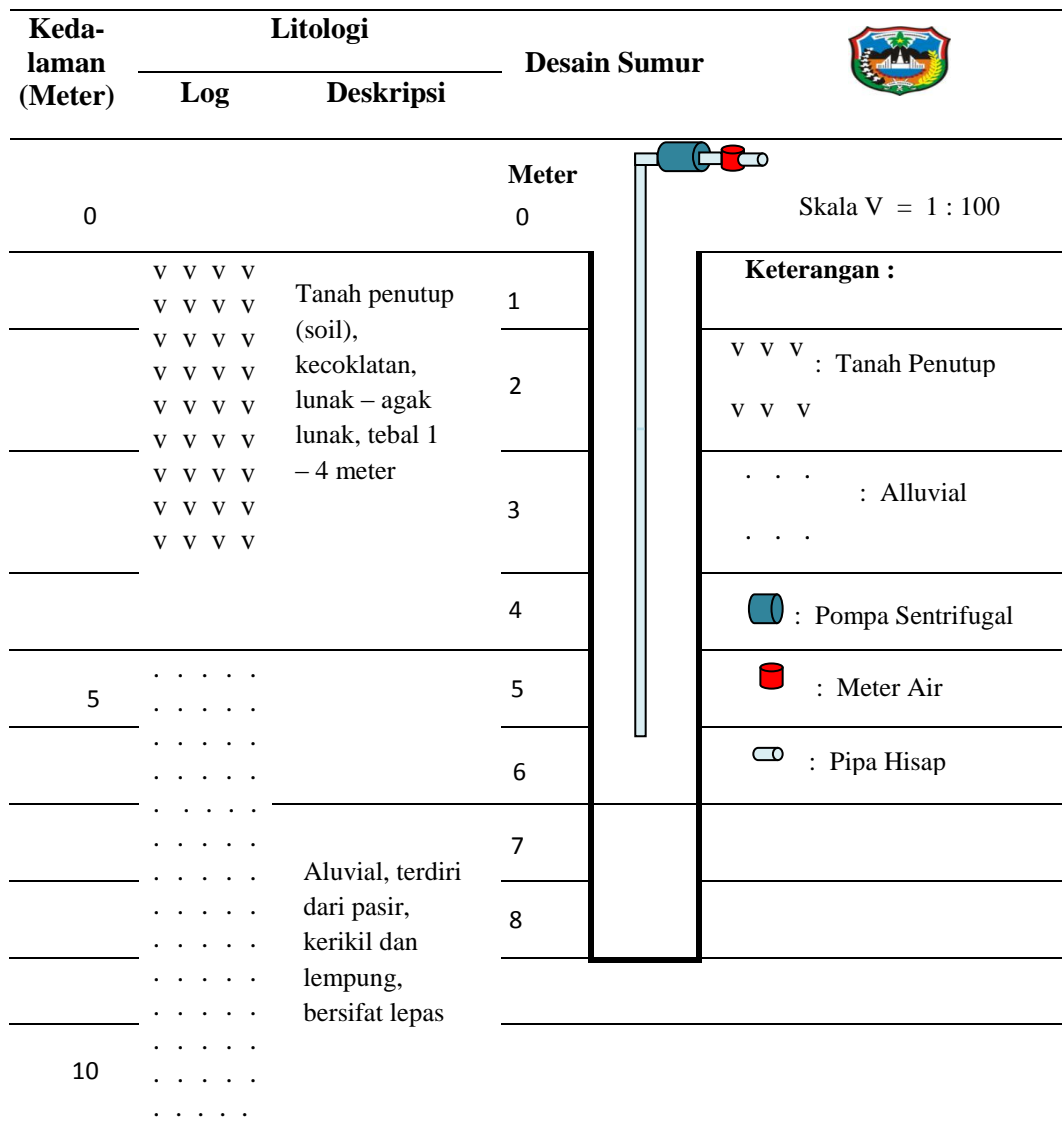
(Sumber: Dinas Pertambangan dan Energi, Kabupaten Pacitan, 2014)

➤ **B4**

Tempat pemboran : Jl. P. Sudirman No. 90 Desa Arjowinangun Kec/Kab. Pacitan.

Kedalaman Sumur : 8 (delapan) meter.

itik Koordinat : 08° 11' 49,6" LS, 111° 06' 53,6" BT



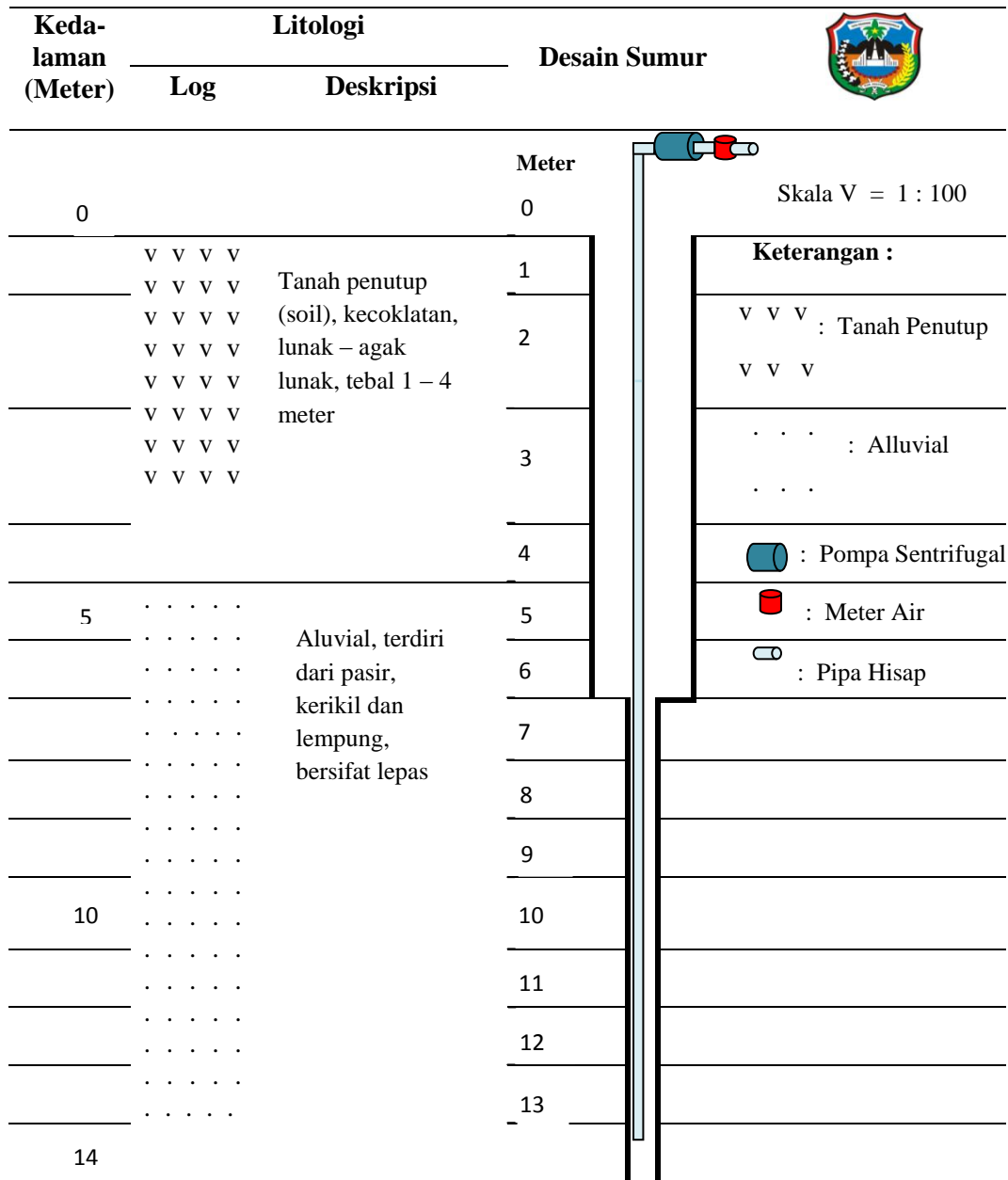
(Sumber: Dinas Pertambangan dan Energi, Kabupaten Pacitan, 2014)

➤ **B5**

Tempat Pemboran : Jl. Nakulo No. 04 Kel. Pucangsewu Kec/Kab. Pacitan

Kedalaman : 14 (empat belas) meter

Titik Koordinat : 08° 11' 25,0" LS, 111° 06' 01,1" BT



(Sumber: Dinas Pertambangan dan Energi, Kabupaten Pacitan, 2014)

## LAMPIRAN 5

### *TECHNICAL INDICATOR DIGITAL PORTABLE SEISMOGRAPH*

#### TIPE TDL-303S

<b>Digital Portable Seismograph Main Technical Indicators:</b>	
Supply voltage	DC 12V (normally work under 6~18V)
Power consumption	Maximum (charging under full power):12V×1.3A; No charging: < 1.4W(GPS off, system run on normally)
Operating temperature	-20~65°C
Dimensions of the device	280×230×160 mm
Weight	4.5 kg
Packing and transportation	Accord with GB/T 6587 Rules to 3-level exact instrument

<b>Built-in Data Acquisition System Technical Indicators:</b>	
Data acquisition channel	3 channels (6 channels, optional)
Sensor interface	compatible with DB/T13-2000 rules
Signal input mode	Double-ended differential signal input
A/D conversion	24 bit
Input impedance	single - ended 160KΩ, double-ended 320KΩ
Input signal scale value	7-level program-contrlled optional gains of 1, 2, 4, 8, 16, 32 and 64, (corresponding to ±0.3125V, ±0.625V, ±1.25V, ±2.5V, ±5V, ±10V, ±20V differential signal input)
Dynamic Range	≥135dB @50sps/chn, ≥133dB @100sps/chn, ≥131dB @200sps/chn
System noise	< 1 LSB (effecitve value)
Nonlinear distortion	< -110dB @ 50sps/chn
Interchannel crosstalk	< -110dB
Digital filtering	FIR digital filter, optional linear phase shift and minimum phase shift
Passband ripple	< 0.1 dB
Ouside passband attenuation	> 135 dB
Output sampling rate	1、 5、 10、 20、 25、 40、 50、 100、 125、 200、 250、 333、 500Hz
Band range	0~0.4、 2、 4、 8、 10、 16、 20、 40、 50、 80、 100、 133、 200Hz
De-zeroing filter	one-step digital high-pass filter
High-pass filtering	Cutoff cycle 225s, 450s, 900s, 1800s, 3600s,

	7200s or close the filter
Calibration signal generator	16-bit DAC, program-controlled wave form output, calibration output current and voltage output are optional. When calibration current, the full range is $\pm 5\text{mA}$ . When outputting voltage calibration, the full range is $\pm 5\text{V}$
Number of calibration signal channels	3-channel, Calibration enabled output control. When calibration is disabled, calibration output and external circuit are entirely physically isolated
Calibration signal type	Step, sine wave, pseudo random coding signal, simulated seismic signal
Calibration output	Signal frequency, amplitude, cycles are set and controlled by utility
Calibration Enable Mode	Instruction and timing modes
Frequency stability	Temperature compensation voltage controlled crystal oscillator(TCVCXO), real time frequency accuracy monitoring
Time check mode	Built-in GPS receiver, GPS second pulse adjustment of crystal oscillator frequency TCVCXO through phase locked loop (PLL) voltage control
Time service/on time precision	Superior to 1ms
GPS Operating Mode	Continuous or time switch time correcting
Environment and Status Monitoring	6-way standalone A/D monitoring channels for a collector, automatically monitoring the status of the environment and the seismometer, monitoring the zero drift of the seismometer (MASS POSITION), service voltage of the stations and the observatories, voltage of accumulator, monitoring temperature parameters of the stations and the observatories
Recording function	Support internal continuous/triggering record wave form, volume extendable, support over 10-day consecutive data storage (3 tracks/s 100 points sampling)
Record format	Corrected SEED-Steim2 compression mode
Recording medium	Pluggable CF card electronic disc, 512MB for standard configuration, optional HDD (under the optional HDD condition, the range of system operating temperature and system power consumption indicators may drop)

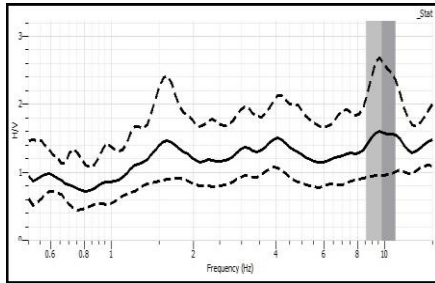
Communication interface	Standard RS-232C series port, standard RJ45/LAN Ethernet interface
Monitoring setting	Display collected parameters through keys on panel and LED nixie tubes
Communication protocols	Support TCP/IP protocol, support real-time, multicast data transmission over Internet/VPN network, support remote management, and support data retransmission at breaking point, etc. Support DDN, wireless/GPRS/CDMA data transmission. Support data networking and sharing among multiple data transmission (including serial port/network etc.) on the same platforms, support data call and switching among multiple seismograph network and centers.
Information transferred	Real-time waveform, monitoring data, parameter/message, local recording data
Management Software	Functions, such as parameter setting, self-checking function, real-time graphic display and save, may run on a notebook PC with online help.
Lightning protection	Set at all end of the power, RS232 signal, network signal, and seismometer signal.
Self Enable Function	Self check, reset when the machine is down (including reset for no output signals), self rebooting functions.

#### **Built-in Three-direction Accelerometer Technical Indicators:**

Measuring Range	±2g
Sensitivity	2V/g
Frequency Response	0~200Hz (3dB flatten)
Dynamic Range	> 90dB
Calibration Mode	Pulse calibration
Full Scale Range	±4V
Linearity	≤1%
Transverse Sensitivity Ratio	≤1%
Output Noise	≤40μg (effective value)
Operating temperature	-20°C~70°C
Static Current	≤25mA (12V DC)
Power Supply voltage	12V DC

## LAMPIRAN 6

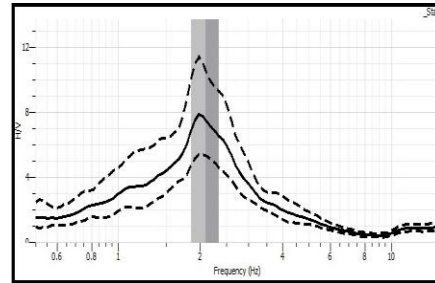
### ANALISA SESAME *EUROPEAN RESEARCH PROJECT*



Titik 6

Kriteria reliable kurva H/V :

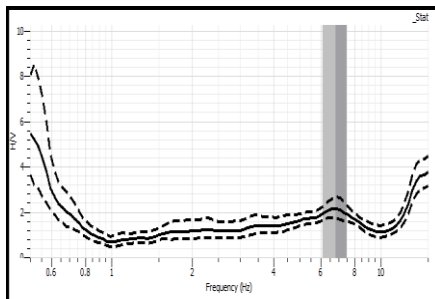
1.  $9,59679 > 0.4$
2.  $6477,83 > 200$
3.  $0,23223 < 3$



Titik 7

Kriteria reliable kurva H/V :

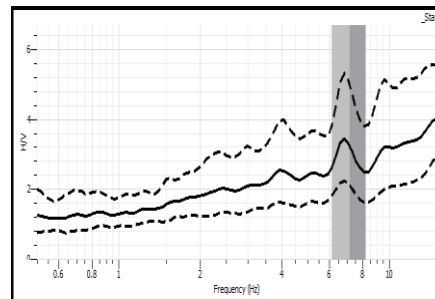
1.  $2,11654 > 0.4$
2.  $2169,45 > 200$
3.  $2,00347 < 3$



Titik 9

Kriteria reliable kurva H/V :

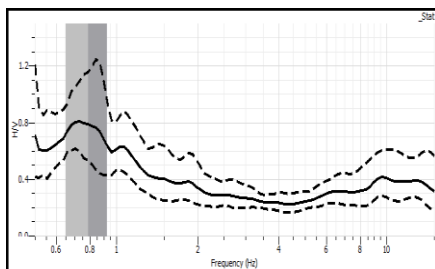
1.  $6,80647 > 0.4$
2.  $10550,03 > 200$
3.  $0,96395 < 3$



Titik 11

Kriteria reliable kurva H/V :

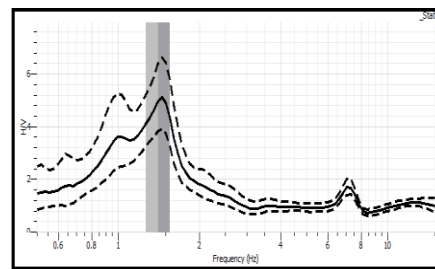
1.  $7,29059 > 0,4$
2.  $8019,65 > 200$
3.  $0,78310 < 3$



Titik 13

Kriteria reliable kurva H/V :

1.  $0,781512 > 0,4$
2.  $625,2096 > 200$
3.  $0,171200 < 3$

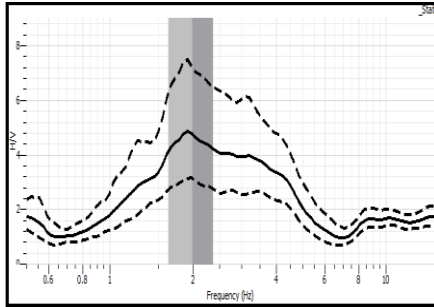


Titik 17

Kriteria reliable kurva H/V :

1.  $1,40147 > 0.4$
2.  $2592,72 > 200$
3.  $1,13253 < 3$

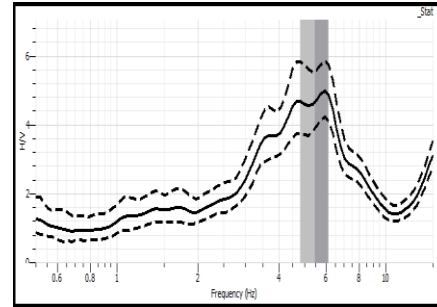




Titik 19

Kriteria reliable kurva H/V :

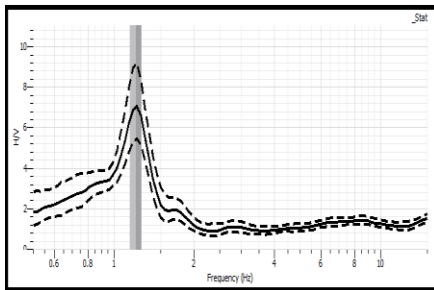
1.  $1,976 > 0.4$
2.  $1580,8 > 200$
3.  $1,2286 < 3$



Titik 24

Kriteria reliable kurva H/V :

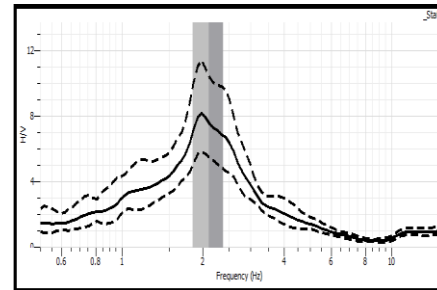
1.  $5,53859 > 0.4$
2.  $9138,67 > 200$
3.  $1,20326 < 3$



Titik 3

Kriteria reliable kurva H/V :

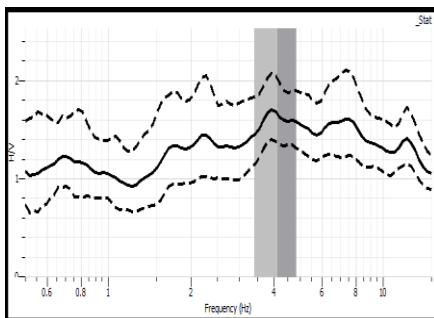
1.  $1,22152 > 0.4$
2.  $1954,43 > 200$
3.  $1,39857 < 3$



Titik 4

Kriteria reliable kurva H/V :

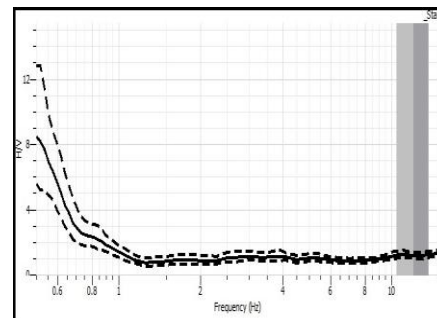
1.  $2,11654 > 0.4$
2.  $1587,405 > 200$
3.  $2,0979 < 3$



Titik 5

Kriteria reliable kurva H/V :

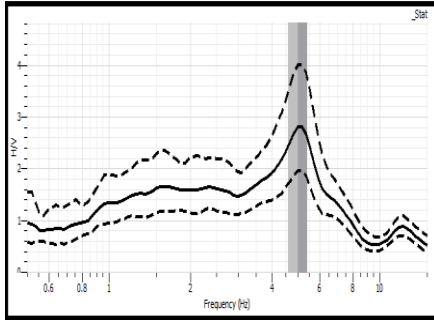
1.  $4,06551 > 0.4$
2.  $5386,80 > 200$
3.  $0,20535 < 3$



Titik 8

Kriteria reliable kurva H/V :

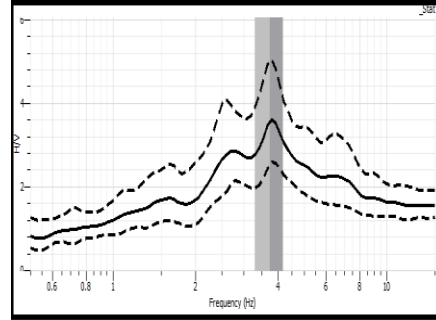
1.  $12,2059 > 0.4$
2.  $15562,5 > 200$
3.  $1,60766 < 3$



Titik 10

Kriteria reliable kurva H/V :

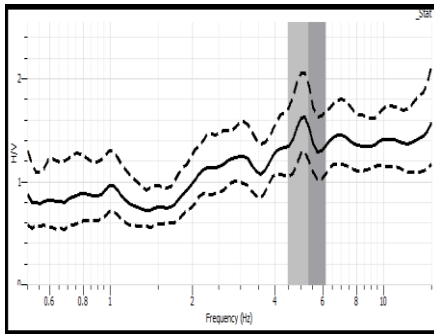
1.  $5,17081 > 0.4$
2.  $5817,16 > 200$
3.  $0,53965 < 3$



Titik 14

Kriteria reliable kurva H/V :

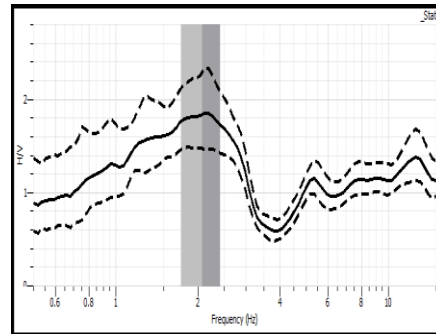
1.  $3.79555 > 0.4$
2.  $4649,55 > 200$
3.  $0,70374 < 3$



Titik 15

Kriteria reliable kurva H/V:

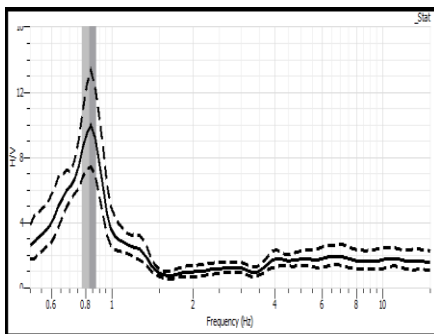
1.  $5,35154 > 0.4$
2.  $7625,95 > 200$
3.  $0,27072 < 3$



Titik 18

Kriteria reliable kurva H/V:

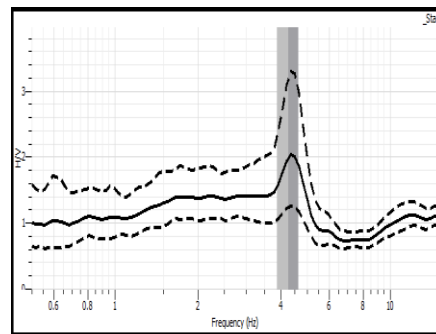
1.  $2,04506 > 0.4$
2.  $2351,82 > 200$
3.  $0,33364 < 3$



Titik 22

Kriteria reliable kurva H/V :

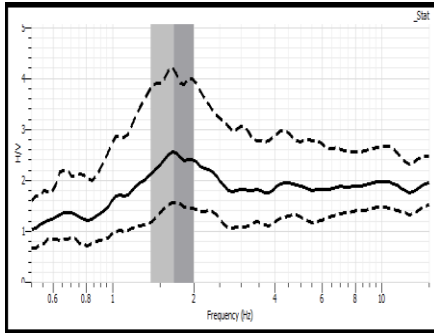
1.  $0,8371 > 0.4$
2.  $899,88 > 200$
3.  $2,04239 < 3$



Titik 23

Kriteria reliable kurva H/V :

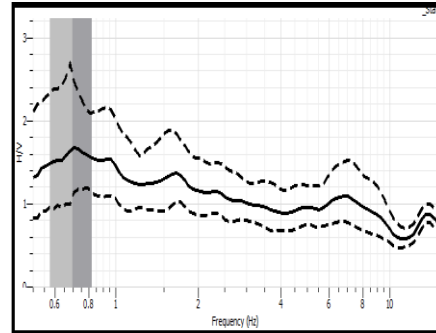
1.  $4,35468 > 0.4$
2.  $4681,28 > 200$
3.  $0,28104 < 3$



Titik 1

Kriteria reliable kurva H/V:

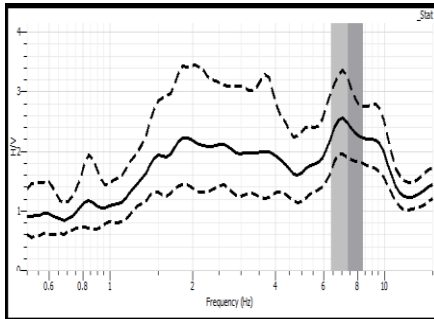
1.  $1,66412 > 0.4$
2.  $1331,3 > 200$
3.  $0,34409 < 3$



Titik 2

Kriteria reliable kurva H/V:

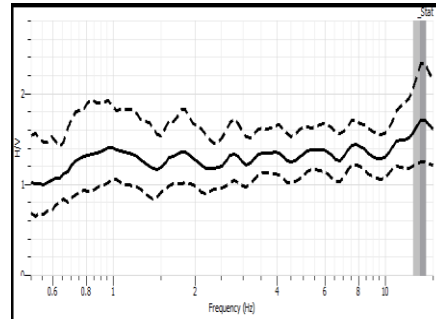
1.  $0,70498 > 0.4$
2.  $1004,59 > 200$
3.  $0,27832 < 3$



Titik 12

Kriteria reliable kurva H/V :

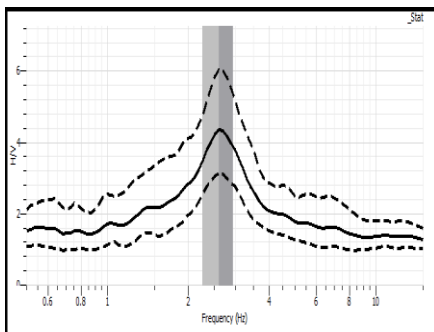
1.  $7,29059 > 0.4$
2.  $5285,677 > 200$
3.  $0,485626 < 3$



Titik 16

Kriteria reliable kurva H/V :

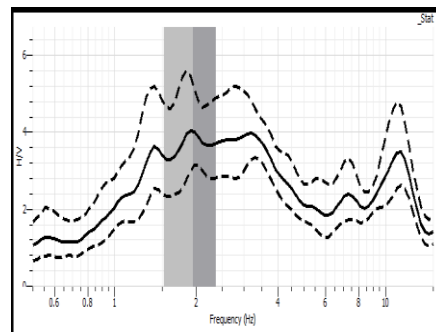
1.  $13,531 > 0.4$
2.  $23679,25 > 200$
3.  $0,13889 < 3$



Titik 20

Kriteria reliable kurva H/V:

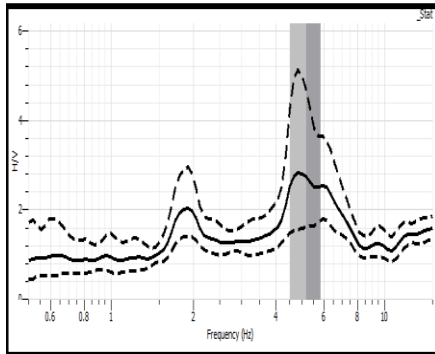
1.  $2,60106 > 0.4$
2.  $2926,19 > 200$
3.  $0,80056 < 3$



Titik 21

Kriteria reliable kurva H/V:

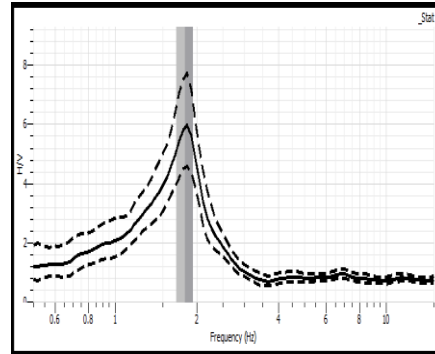
1.  $1,976 > 0.4$
2.  $2173,6 > 200$
3.  $0,94059 < 3$



Titik 36

Kriteria reliable kurva H/V:

1.  $5,17081 > 0.4$
2.  $3490,29 > 200$
3.  $0,53733 < 3$



Titik Basecamp

Kriteria reliable kurva H/V :

1.  $1,84479 > 0.4$
2.  $5027,05 > 200$
3.  $1,32786 < 3$

**LAMPIRAN 7**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**

