

**PEMODELAN MIKROZONASI PERCEPATAN
GETARAN TANAH MAKSIMUM (PGA) DI
BENDUNGAN SERMO BERDASARKAN
PENGUKURAN MIKROTREMOR**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Fisika



diajukan oleh :
Retdita Rasyidea
09620010

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2014



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/3221/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Pemodelan Mikrozonasi Percepatan Getaran Tanah Maksimum (PGA) di Bendungan Sermo Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Retdita Rasyidea
NIM : 09620010
Telah dimunaqasyahkan pada : 24 Oktober 2014
Nilai Munaqasyah : A/B

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

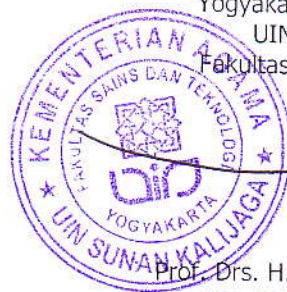
an. Penguji I
An. Kaprodi Fisika

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

Penguji II

M. Faisal Zakaria, S.Si., MT

Yogyakarta, 30 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 : Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : RETDITA RASYIDEA
NIM : 09620010
Judul Skripsi :Pemodelan Mikrozonasi Percepatan Getaran Tanah Maksimum (PGA) Di Bendungan Sermo Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 5 Oktober 2014
Pembimbing I

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



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : RETDITA RASYIDEA
NIM : 09620010
Judul Skripsi : Pemodelan Mikrozonasi Percepatan Getaran Tanah Maksimum (PGA) Di Bendungan Sermo Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor

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, 5 Oktober 2014

Pembimbing II

Thaqqibul Fikri Niyartama, M.Si

NIP. 19771025 200501 1 004

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : Retdita Rasyidea

NIM : 09620010

Program Studi : Fisika

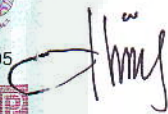
Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pemodelan Mikrozonasi Percepatan Getaran Tanah Maksimum (PGA) Di Bendungan Sermo Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor”** adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 17 Oktober 2014

Yang menyatakan




Retdita Rasyidea

NIM. 09620010

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

- ◆ Allah SWT atas rasa syukur dapat menyelesaikan skripsi ini.
- ◆ Teruntuk Bapak Budi Santoso dan juga Ibu Dwi Retnawati sebagai orang tua terkasih yang selalu memberi dukungan, motivasi, saran, masukan dan juga doa yang tak pernah putus.
- ◆ Adik-adik tercinta Retdina Rizki Kurnianingrum dan Muhammad Retdito Rasyid, teruslah belajar sampai apa yang engkau inginkan tercapai dan terimakasih telah membuat hari-hari lebih berwarna.
- ◆ Afriyan Rizqi Pratama terimakasih sudah membantu selama ini, terimakasih sudah menjadi partner terbaik untuk berbagi ilmu dan bertukar pikiran dan selalu ada dalam suka dan duka ☺ .
- ◆ Kepada kakak saya Retno Siswi Palupi (kak upi) terimakasih selalu memberikan motivasi dan menyemangati terselesaikannya skripsi ini.
- ◆ Almamater kebanggaan program studi saya Fisika UIN Sunan Kalijaga.
- ◆ Bapak Nugroho Budi Wibowo, M. Si dan Bapak Thaqibul Fikri Niyartama, M. Si selaku pembimbing yang telah membimbing selama proses pengerjaan skripsi ini.
- ◆ Terimakasih kepada partner paling the best Vika Aprilia Sumarta yang tak pernah lelah untuk membantu saya.
- ◆ Terimakasih untuk sahabat terbaik Aras Wasi T., Intan Novia A., dan Siti Fatimah atas suport dan dukungannya. Semangat kita pasti bisa.
- ◆ Teman-teman Fisika 2009 Risma, Tika, Bila, Romen, Topik, Firin, Abu, Adi, Desta, Fenti, Teti dan seluruh keluarga angkatan 2009 yang tidak bisa disebutkan satu per satu. Terimakasih atas segala suka dan duka selama ini, terimakasih atas rasa persaudaraan dan kekompakannya. Kalian luar biasa.
- ◆ Dan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu selama ini karena tidak bisa disebutkan satu per satu.

KATA PENGANTAR



Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Atas berkat rahmat, nikmat dan hidayah-Nya kita masih diberi kesehatan sampai dengan saat ini. Shalawat serta salam semoga tetap dilimpahkan kepada Nabi Muhammad saw, beserta segenap keluarga, sahabat serta para pengikutnya yang setia.

Alhamdulillah penulis telah berhasil menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pemodelan Mikrozonasi Percepatan Getaran Tanah Maksimum (Pga) Di Bendungan Waduk Sermo Dengan Pengukuran Mikrotremor”. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu I (SI). Keberhasilan didalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari pihak-pihak yang telah membantu penulis. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Budi Santoso dan Ibu Dwi Retnawati yang sudah memberikan dorongan, semangat, dan juga doa serta kedua adik saya Retdina Rizqi Kurnia Ningrum dan Muhammad Retdito Rasyid yang selalu memberikan semangat.
2. Bapak Prof. Dr. Musa Asyarie, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga.
3. Bapak Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A., Ph.D selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Nugroho Budi Wibowo, M.Si, selaku Dosen pembimbing I yang telah senantiasa memberikan arahan, masukan sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan hingga akhir.

5. Bapak Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si selaku Dosen Penasihat Akademik serta Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan kepada penulis.
6. Bapak Frida Agung Rochmadi, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Fisika.
7. Bapak, ibu dosen Program Studi Fisika yang senantiasa mengajarkan dan membagi ilmunya.
8. Afriyan Rizqi Pratama, terimakasih atas waktu, dukungan, dorongan, kesabaran, doa dan terimakasih sudah menemani selama ini.
9. Partner berbagi ilmu, partner Skripsi paling baik (Vika) serta sahabat terbaik (Siti Fathimah, Aras Wasi T, Intan Novia A) terimakasih sudah menemani selama ini, dalam suka maupun duka.
10. Teman-teman seperjuangan (astika, risma, indah, adi, abu, bila, romen, taufik, izi) serta teman-teman Fisika angkatan 2009 yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, kritikan dan saran dari pembaca diharapkan agar lebih baik kedepannya. Semoga Skripsi ini akan bermanfaat bagi pembaca. Amin

Yogyakarta, 6 Oktober 2014



Penulis

PEMODELAN MIKROZONASI PERCEPATAN GETARAN TANAH MAKSIMUM (PGA) DI BENDUNGAN SERMO BERDASARKAN PENGUKURAN MIKROTREMOR

Retdita Rasyidea
09620010

INTISARI

Penelitian dilakukan di bendungan sermo yang terletak di desa Hargowilis, kecamatan Kokap, kabupaten Kulon Progo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai percepatan getaran tanah maksimum yang digunakan untuk membuat peta percepatan getaran tanah maksimum dan memodelkan gempa berdasarkan percepatan getaran tanah maksimum di bendungan sermo sehingga diperoleh model resiko gempabumi di kawasan bendungan.

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan Seismometer TDV-23S dengan 11 titik pengukuran. Data hasil pengukuran di analisis menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan dan faktor amplifikasi disetiap titik pengukuran. *Software* yang digunakan adalah DataPro, Sessaray-Geopsy, Google Earth dan Surfer 11. Perhitungan nilai PGA menggunakan persamaan empiris Kanai. *Event* gempabumi dipilih 6 *event* gempa yang berasal dari bendungan untuk mendapatkan PGA maksimum dan menggunakan 33 *event* gempa dengan radius 10 km dari bendungan. *Event* dengan magnitude terbesar digunakan untuk pemodelan gempa berdasarkan nilai PGA.

Hasil pemodelan diperoleh 10 peta mikrozonasi PGA dan pada pemodelan dengan magnitude 5.0 SR kedalaman 10 km didapatkan nilai PGA maksimum sebesar 149.1730 gal dengan tingkat resiko tinggi pada bagian tumpuan kanan bendungan.

Kata kunci: Bendungan Sermo, mikrotremor, HVSr, PGA.

MODELING MICROZONATION OF GROUND VIBRATION MAXIMUM ACCELERATION (PGA) AT SERMO DAM BASED ON MICROTREMOR MEASUREMENT

Retdita Rasyidea
09620010

ABSTRACT

Research was done in Sermo Dam which located at Hargowilis village, Kokap subdistrict, Kulon Progo residence. The research was aimed to know maximum ground vibration acceleration value used to make maximum ground vibration acceleration value map and model earthquake based on maximum ground vibration acceleration value at Sermo Dam in order to get earthquake risk model in dam area.

Data collection was done by using Seismometer TDV-23S with 11 measuring spot. Result of the data was analyzed using *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) method to get predominant frequency value and amplification factor in every measuring spot. Software which used are DataPro, Sessaray-Geopsy, Google Earth, and Surfer 11. PGA value calculation was using Kanai empiric equality. Earthquake event was chosen 6 events from the dam to get maximum PGA and was using 33 earthquake events which radius was 10 km from it. Event with biggest magnitude was used to earthquake modeling based on PGA value.

Modeling result gathered 10 PGA microzonation map and in modeling with 5.0 SR magnitude 10 km depth was got maximum PGA value as 149.1730 gal with high risk on left dam support.

Keywords: Sermo dam, microtremor, HVSr, PGA.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
INTISARI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	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	8
1.6. Manfaat Penelitian	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1. Studi Pustaka	10
2.2. Kondisi Geologi Daerah Sekitar Penelitian	12
2.3. Bendungan	15
2.4. Bendungan Sermo	16
2.5. Gempabumi	18
2.6. Gelombang Seismik	21
2.7. Parameter Sumber Gempabumi	33
2.8. Intensitas Gempa	33
2.9. Mikrotremor	35

2.10. HVSR (<i>Horizontal to Vertical Spectral Ratio</i>)	36
2.11. Percepatan Getaran Tanah	39
2.12. Pengaruh Percepatan Tanah terhadap Konstruksi bangunan	43
2.13. Integrasi Interkoneksi	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	48
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	48
3.1.1. Tempat Penelitian	48
3.1.2. Waktu Penelitian	48
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	49
3.2.1. Alat Penelitian	49
3.2.2. Bahan Penelitian	50
3.3. Prosedur Penelitian	51
3.3.1. Tahap Awal Penelitian	51
3.3.2. Tahap Akuisisi Data (Pengambilan Data).....	52
3.3.3. Tahap Pengolahan Data	55
3.3.4. Tahap Analisa Data	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1. Hasil	64
4.1.1. Pengolahan Data Mentah Hasil Pengukuran Mikrotremor .	64
4.1.2. Data Hasil Pengukuran Mikrotremor	65
4.1.3. Korelasi nilai Percepatan getaran tanah antara <i>accelorograph</i> dengan metode Kanai	66
4.1.4. Pemilihan <i>event</i> gempa bumi dan pemetaan percepatan getaran tanah maksimum	66
4.1.5. Pemodelan Percepatan Getaran Tanah	69
4.2. Pembahasan	74
4.2.1. Pengolahan Data Mentah Hasil Pengukuran Mikrotremor .	74
4.2.2. Data Hasil Pengukuran Mikrotremor	75
4.2.3. Korelasi nilai Percepatan getaran tanah antara <i>accelorograph</i> dengan metode Kanai	77
4.2.4. Pemilihan <i>event</i> gempa bumi dan pemetaan percepatan	

getaran tanah maksimum	78
4.2.5. Pemodelan Percepatan Getaran Tanah	80
4.3. Integrasi-Interkoneksi	84
BAB V KESIMPULAN	87
5.1. Kesimpulan	87
5.2. Saran	88
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	92



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Jenis Tanah di Kabupaten Kulon Progo	15
Tabel 2.2. Magnitudo, efek karakteristik dan skala MMI Gempabumi	34
Tabel 2.3. Tingkat kerusakan menurut besarnya percepatan gempa Maksimum	42
Tabel 3.1. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak Penelitian	49
Tabel 4.1. Hasil pengukuran mikrotremor di bendungan sermo	65
Tabel 4.2. Tingkat kerusakan menurut nilai PGA maksimum dan skala Intensitas (MMI)	68
Tabel 4.3. Hasil pemodelan percepatan getaran tanah (Magnitude 3.2 SR, 3.4 SR, 3.6 SR, 3.8 SR, dan 4.0 SR) dengan tingkat kerusakannya	69
Tabel 4.4. Hasil pemodelan percepatan getaran tanah (Magnitude 4.2 SR, 4.4 SR, 4.6 SR, 4.8 SR, dan 5.0 SR) dengan tingkat kerusakannya	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Geologi Kulon Progo	13
Gambar 2.2. Foto Waduk dan Bendungan Sermo	17
Gambar 2.3. Batuan penguat Bendungan Sermo	17
Gambar 2.4. Bendungan Sermo dari berbagai sudut	18
Gambar 2.5. Komponen pada Tegangan yang bekerja pada suatu kubus yang sangat kecil	22
Gambar 2.6. Penjalaran gelombang P	28
Gambar 2.7. Penjalaran gelombang S (<i>Shear Wave</i>)	29
Gambar 2.8. Penjalaran Gelombang <i>Love</i>	32
Gambar 2.9. Penjalaran Gelombang <i>Rayleigh</i>	32
Gambar 3.1. Peta administrasi kecamatan Kokap Kulon Progo	48
Gambar 3.2. Peralatan Mikrotremor	49
Gambar 3.3. Prosedur Penelitian	51
Gambar 3.4. Titik Pengambilan data	52
Gambar 3.5. Denah Bendungan Sermo	53
Gambar 3.6. Data <i>Digitizer</i>	54
Gambar 3.7. Diagram alir pengambilan data mikrotremor	54
Gambar 3.8. Proses <i>windowing</i>	56
Gambar 3.9. Skema pengolahan data menggunakan metode HVSR menggunakan software geopsy	56
Gambar 3.10. Grafik Hubungan antara average H/V dengan Frekuensi Predominan	57
Gambar 3.11. Prosedur Pengolahan Data	57
Gambar 3.12. Prosedur Analisis Data	58
Gambar 3.13. Tampilan alat <i>accelorograph</i>	59
Gambar 3.14. Diagram alir Penelitian	63
Gambar 4.1. Hasil <i>raw signal</i> , <i>Windowing</i> Sassaray-Geopsy dan Spektrum kurva H/V	64
Lanjutan Gambar 4.1. Hasil <i>raw signal</i> , <i>Windowing</i> Sassaray-Geopsy dan Spektrum kurva H/V	65

Gambar 4.2. Grafik perbandingan PGA Alat dengan Metode Kanai	66
Gambar 4.3.. <i>Event</i> gempabumi terpilih	67
Gambar 4.4. Peta Mikrozonasi Percepatan Getaran Tanah Maksimum	68
Gambar 4.5.. (A) Pemodelan PGA dengan Magnitude 3.2 SR, (B) Pemodelan PGA dengan Magnitude 3.4 SR, (C) Pemodelan PGA dengan Magnitude 3.6 SR, (D) Pemodelan PGA dengan Magnitude 3.8 SR, (E) Pemodelan PGA dengan Magnitude 4.0 SR	70-71
Gambar 4.6. (F) Pemodelan PGA dengan Magnitude 4.2 SR, (G) Pemodelan PGA dengan Magnitude 4.4 SR, (H) Pemodelan PGA dengan Magnitude 4.6 SR, (I) Pemodelan PGA dengan Magnitude 4.8 SR, (J) Pemodelan PGA dengan Magnitude 5.0 SR	72-73

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	92
Perhitungan data percepatan getaran tanah	92
LAMPIRAN 2	94
Tampilan alat <i>accelorograph</i> dan <i>event</i> gempabumi yang dipilih	94
LAMPIRAN 3	95
Perbandingan nilai percepatan getaran tanah <i>accelorograph</i> dengan Metode Kanai	95
LAMPIRAN 4	96
Hasil analis korelasi antara percepatan getaran tanah <i>accelorograph</i> dengan Metode Kanai	96
LAMPIRAN 5	98
Hasil analisis pemilihan <i>event</i> gempabumi	98
LAMPIRAN 6	1090
Analisis pemodelan gempabumi	100
LAMPIRAN 7	105
A. Mengolah Data mentah Mikrotremor	105
B. Menganalisis Data Mikrotremor	106
C. Pembuatan <i>Image Map</i> menggunakan Surfer 11	109
LAMPIRAN 8	112
A. Peta Mikrozonasi Pemetaan Percepatan Getaran Tanah	112
B. Pemodelan Percepatan getaran Tanah	115
LAMPIRAN 9	116
Analisa Spektrum H/V	116
LAMPIRAN 10	122
Foto-foto lokasi dan pengambilan data lapangan	122

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Negara Indonesia merupakan daerah kepulauan yang terletak pada batas pertemuan tiga lempeng besar dunia yang sangat aktif yaitu lempeng Eurasia, lempeng pasifik, dan lempeng Indo-Australia serta satu lempeng mikro yaitu lempeng mikro Philipina (Algari., T, 2013). Lempeng Indo-Australia sebagai lempeng samudera bergerak ke arah utara timur laut dan menyusup dibawah lempeng Eurasia sebagai lempeng kontinen. Pertemuan dua lempeng ini ada didasar laut yang merupakan sumber gempa dangkal. Pergerakan lempeng jika semakin ke utara maka akan semakin dalam. Dampak kondisi tektonik inilah yang menjadikan Indonesia sangat rawan terhadap bencana gempabumi.

Gempabumi merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia yang diakibatkan oleh interaksi lempeng tektonik dan letusan gunung berapi. Dalam perspektif Islam, gempabumi tertuang dalam salah satu surat yaitu QS. Al-Ankabut ayat 37 yang berbunyi :

فَكَذَّبُوهُ فَأَخَذَتْهُمُ الرَّجْفَةُ فَأَصْبَحُوا فِي دَارِهِمْ جِثْمِينَ ﴿٣٧﴾

Artinya :

“Mereka mendustakannya (Syu’aib), maka mereka ditimpa gempa yang dahsyat, lalu jadilah mereka mayat-mayat yang bergelimpangan di tempat-tempat tinggal mereka”. (Gofar, 2008).

Ayat ini menjelaskan mengenai Nabi Syu'aib as. bahwa ada sebuah tindak pelanggaran dalam bentuk tindak perilaku berpaling dan melakukan kerusakan di muka bumi antara lain mengurangi takaran timbangan yang dilakukan oleh kaumnya, sehingga gempa sebagai balasan dari perbuatan tersebut yang menyebabkan mereka menjadi mayat-mayat yang bergelimpangan di tempat-tempat tinggal mereka (Gofar, 2008).

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu provinsi yang terletak di selatan pulau Jawa yang berdekatan dengan perbatasan lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia yang berada sekitar 250 km di sebelah selatan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah perbatasan lempeng ini merupakan zona seismisitas yang aktif. Hal inilah yang menjadikan tingginya tingkat kegempaan disebabkan adanya gerakan relatif lempeng Indo-Australia yang bergerak relatif dari lempeng Eurasia. Sebagai contoh terjadinya gempabumi pada tanggal 27 Mei 2006 berkekuatan 5,9 Skala Richter berpusat diselatan Yogyakarta yang menelan banyak korban jiwa dan merusak bangunan dan juga infrastruktur. Fakta tersebut menunjukkan bahwa infrastruktur didaerah Yogyakarta yang menyangkut kepentingan dan kegunaan untuk masyarakat sekitar harus lebih ditingkatkan segi keamanannya terutama dalam bidang seismisitas dan kegempaan. Salah satu infrastruktur yang penting untuk dikaji di Yogyakarta yaitu bendungan. Selain untuk pengairan, bendungan juga dapat digunakan tempat rekreasi.

Bendungan merupakan bangunan yang berupa urukan tanah, urukan batu, beton, dan/ atau pasangan batu yang dibangun selain untuk menahan dan menampung air, dapat pula dibangun untuk menahan dan menampung limbah tambang (*tailing*), atau menampung lumpur sehingga terbentuk waduk (Peraturan Pemerintah No.37, 2010). Kerusakan atau jebolnya bendungan dapat terjadi karena beberapa hal, diantaranya adalah melimpasnya air di atas mercu bendungan, longsornya lereng, terbawanya butiran tanah dari tubuh bendungan, dan lain sebagainya. Ayat mengenai bendungan tertuang dalam QS Saba' ayat 16.

فَأَعْرَضُوا فَأَرْسَلْنَا عَلَيْهِمْ سَيْلَ الْعَرِمِ وَبَدَّلْنَاهُمْ بِجَنَّتَيْهِمْ جَنَّتَيْنِ ذَوَاتِ أُكُلٍ خَمْطٍ
وَأَثَلٍ وَشَيْءٍ مِّن سِدْرٍ قَلِيلٍ ﴿١٦﴾

Artinya :

“ Tetapi mereka berpaling, maka Kami datangkan kepada mereka banjir yang besar dan Kami ganti kedua kebun mereka dengan dua kebun yang ditumbuhi (pohon-pohon) yang berbuah pahit, pohon Atsl dan sedikit dari pohon Sidr” (Al-Maraghi., Ahmad Mustafa 1971).

Maksud kata Sidr pada ayat diatas adalah sejenis pohon bidara dan banjir dalam ayat tersebut berarti robohnya bendungan Ma'rib. Kandungan ayat diatas bahwa kaum saba telah berpaling taat kepada Tuhan dan menghalangi orang lain dari mengikuti dakwah yang diserukan oleh Rasul-rasul kepada mereka. Maka, Allah pun mengirimkan kepada mereka banjir besar yang memenuhi lembah dan

menghancurkan bendungan, merobohkan dan membinasakan kebun-kebun, termasuk taman-taman bahkan memusnahkan tanaman dan tanah. Tidak tersisa mereka kecuali beberapa orang saja yang tercerai berai di seluruh negeri. Sedang kebun dan taman-taman yang telah tersebut, diganti dengan kebun-kebun yang isinya hanya beberapa pohon saja yang tidak berarti, seperti Al-Khamthu, pohon yang berbuah pahit, dan atsal sejenis cemara dan sedikit bidara. Dari ayat tersebut bahwa manusia harus senantiasa bersyukur kepada Allah dengan menjaga nikmat dan menolak hukuman (Al-Maraghi., Ahmad Mustafa 1971).

Bendungan Sermo merupakan bendungan yang berlokasi di desa Hargowilis, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo. Bendungan Sermo memiliki tipe bendungan urugan dengan inti tanah merupakan hasil pemadatan timbunan tanah merah yang kedap air dan dapat membendung volume air sebesar 25 juta m³ (BBWS, 2013). Bendungan sermo terletak pada pegunungan Menoreh yang berbentuk dome memanjang ke arah utara selatan dengan ketinggian puncak 150-859 meter. Letak bendungan sermo dilewati oleh jalur sesar sehingga mengakibatkan adanya bahaya seismik yang ditimbulkan oleh getaran dalam tanah seperti gempabumi. Selain itu juga letak bendungan sermo yang berkelok kelok dan tidak rata membuat bendungan rawan terjadi longsor karena pernah ditemukan keretakan pada puncak bendungan dengan penurunan pada puncak lereng hilir dan hulu sehingga dikhawatirkan adanya permasalahan stabilitas di kemudian hari.

Informasi mengenai perilaku bendungan guna menilai dan memeriksa keamanan bendungan perlu dilaksanakan instrumentasi geoteknik seperti pemasangan alat-alat (instrumen) pemantau, melakukan pengukuran atau pembacaan terhadap alat-alat yang telah terpasang serta melakukan evaluasi dan analisis terhadap keamanan bendungan. Salah satu faktor yang mempengaruhi stabilitas bendungan adalah percepatan getaran tanah. Getaran atau vibrasi pada lokasi bendungan dapat mengakibatkan terjadinya *liquifaction* pada fondasi bendungan, menurunkan faktor keamanan stabilitas lereng, terjadinya retak-retak pada bangunan-bangunan pelengkap. Alat pengukur vibrasi yang sudah terpasang pada bendungan sermo adalah *accelorograph*. Alat ukur ini digunakan untuk mencatat respon bangunan atau tumpuan bendungan saat terjadi gempa. Data mengenai percepatan getaran tanah pada bendungan sermo sangat terbatas karena jarangya pemeriksaan terhadap alat tersebut menyebabkan alat sering mengalami kerusakan dan tidak dapat mencatat percepatan getaran tanah apabila terjadi gempa ataupun aktivitas lain yang mempengaruhi stabilitas bendungan. Ayat yang menerangkan mengenai pergerakan tanah terdapat dalam QS. An-Naml (27) : 88 yang berbunyi :

وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ ۗ صُنِعَ اللَّهُ الَّذِي أَتَقَنَ كُلَّ شَيْءٍ ۗ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا تَفْعَلُونَ ﴿٨٨﴾

Artinya :

“Dan kamu lihat gunung-gunung itu, kamu sangka dia tetap di tempatnya, padahal ia berjalan sebagai jalannya awan. (Begitulah) perbuatan Allah yang membuat dengan kokoh tiap-tiap sesuatu; Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan”

Menurut ayat ini, gunung-gunung ciptaan Allah ini mempunyai fungsi untuk mengelak gegaran pada bumi. Tiada seorang pun mengetahui fakta bahwa gunung-gunung ini berfungsi untuk mengelak gegaran di permukaan bumi ketika Al-Qur'an diturunkan.

Menurut penemuan melalui geologi modern, gunung-gunung ini terwujud setelah berlakunya pergerakan dan pelanggaran lapisan besar yang membentuk kerak bumi. Ada hal yang sangat penting yang perlu dikemukakan disini bahwa dalam ayat tersebut Allah telah menyebut tentang gerakan gunung sebagaimana mengapungnya perjalanan awan.

Pengukuran percepatan getaran tanah tidak hanya terbatas melalui pengukuran langsung melalui alat *accelorograph* saja namun dapat dilakukan dengan pengukuran mikrotremor dengan alat seismograf. Hasil analisa mikrotremor berupa frekuensi dominan dan amplifikasi dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan percepatan getaran tanah menggunakan metode empiris yakni metode yang didasarkan pada pengamatan atau observasi di alam nyata, salah satunya yaitu metode Kanai.

Data percepatan getaran tanah di Bendungan Sermo masih terbatas dan belum terdapat informasi mengenai pemodelan resiko gempa bumi berdasarkan nilai percepatan getaran tanah sehingga perlu dilakukan penelitian untuk memberikan informasi mengenai dampak yang akan diterima bendungan jika terjadi gempa bumi yang kemudian menjadi acuan untuk bendungan yang tahan gempa dan tetap stabil sampai beberapa periode tahun kedepan. Informasi percepatan tanah juga dapat digunakan sebagai bahan acuan penanggulangan sejak dini mengenai resiko gempa bumi dan dapat digunakan untuk lebih menguatkan pondasi bendungan agar tidak terjadi kerusakan kembali.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Informasi mengenai percepatan getaran tanah pada Bendungan Sermo masih terbatas.
2. Peta seismisitas berdasarkan percepatan tanah masih terbatas dan perlu dilakukan untuk mengetahui kekuatan bendungan dalam menahan suatu gempa.
3. Belum adanya pemodelan resiko bahaya gempa yang diklasifikasikan berdasarkan nilai percepatan getaran tanah maksimum.

1.3. Rumusan masalah

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

1. Berapa nilai percepatan getaran tanah maksimum dengan metode Kanai di Bendungan Sermo?
2. Bagaimana hasil pemetaan percepatan getaran tanah maksimum di Bendungan Sermo?
3. Bagaimana pemodelan gempa berdasarkan percepatan getaran tanah maksimum di Bendungan Sermo?

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui nilai percepatan getaran tanah maksimum di Bendungan Sermo dengan metode Kanai.
2. Membuat peta percepatan getaran tanah maksimum di Bendungan Sermo.
3. Membuat pemodelan gempa berdasarkan percepatan getaran tanah maksimum di Bendungan Sermo.

1.5. Batasan Masalah

Ruang lingkup masalah yang diamati pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa pengukuran mikrotremor dengan koordinat geografis 7.82445° LS s.d. 7.8261383° LS dan 110.123005° BT s.d. 110.1256833° BT. Data

pelengkap mengambil 6 data percepatan getaran tanah *accelorograph* pada Bendungan Sermo dan 6 data gempa berupa *longitude, latitude, kedalaman, magnitudo* serta 33 data gempa berupa *longitude, latitude, kedalaman, magnitudo* dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Yogyakarta.

2. Pengambilan dan pengolahan data mikrotremor mengacu pada aturan yang ditetapkan oleh *SESAME European Research Project*.
3. Mengolah data mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) dan analisa percepatan getaran tanah maksimum menggunakan metode Kanai. Kejadian gempabumi yang digunakan untuk pemodelan yakni 33 data gempabumi tahun 2006 s.d 2013 dengan radius 10 km dari Bendungan Sermo.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Memberi informasi bahaya seismik di bendungan sermo dari nilai percepatan getaran tanah yang dapat digunakan untuk mitigasi bencana alam terutama gempabumi.
2. Memberi gambaran untuk penelitian yang lebih lanjut mengenai bahaya seismik di Bendungan Sermo dan bisa dibuat pemodelan dengan menggunakan metode yang lain, misalnya menggunakan metode Guttenberg Richter, Mc.Guirre maupun metode yang dapat digunakan untuk dapat memperoleh percepatan tanah.

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Percepatan getaran tanah maksimum pada *event* gempa tanggal 25 Mei 2007, terletak pada posisi $110^{\circ}06'0''$ BT dan $-7^{\circ}54'36''$ LS dengan magnitudo gempa sebesar 3 SR dan kedalaman 10 km dengan sebaran nilai percepatan getaran tanah maksimum 1.7044 s.d 8.9886 gal.
2. Hasil peta percepatan getaran tanah maksimum menghasilkan resiko rendah karena percepatan getaran tanah yang dihasilkan kurang dari 10 gal. Variasi warna yang dihasilkan dari pemetaan ini mulai dari ungu muda ke ungu tua. Semakin besar nilai percepatan getaran tanahnya, maka akan semakin pekat warnanya. Dari pemetaan dihasilkan skala intensitas II s.d IV MMI.
3. Pemodelan dibuat 10 model dengan variasi magnitudo 3.2 SR s.d 5.0 SR dengan jarak spasi antar model adalah 0.2 SR. Hasil dari pemodelan menghasilkan variasi percepatan getaran tanah 2.2572 gal s.d 149.1730 gal. Model dengan magnitudo 5.0 SR memiliki nilai percepatan getaran tanah paling tinggi 28.3 s.d 149.2 gal. Berdasarkan pemodelan resiko percepatan getaran tanah dapat diklasifikasikan :
 - a. Model PGA (A), (B), dan (C) memiliki resiko rendah ($PGA < 10$ gal), dan resiko sedang ($10 \leq PGA < 25$ gal) dengan skala intensitas I s.d V MMI.

- b. Model PGA (D) dan (E) memiliki resiko rendah ($PGA < 10$ gal), resiko sedang ($10 \leq PGA < 25$ gal), dan resiko tinggi ($PGA \geq 25$ gal) dengan skala intensitas IV s.d VI MMI.
- c. Model PGA (F), (G),(H) memiliki resiko rendah resiko sedang ($10 \leq PGA < 25$ gal), dan resiko tinggi ($PGA \geq 25$ gal) dengan skala intensitas V s.d VIII MMI.
- d. Model PGA (I) dan (J) memiliki resiko tinggi ($PGA \geq 25$ gal) dengan skala intensitas VI s.d VIII MMI.

Dari hasil pemodelan mempunyai kesimpulan bahwa bagian puncak dan tumpuan kiri bendungan memiliki tingkat resiko paling tinggi dibandingkan dengan bagian bendungan yang lain.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan, maka penulis mengajukan saran untuk penelitian selanjutnya adalah penelitian selanjutnya dapat menggunakan parameter-parameter lain untuk memodelkan bendungan seperti indeks kerentanan, *ground shear strain*, atau ketebalan sedimen. Dan untuk memperkuat hasil penelitian ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode lain untuk menganalisis percepatan getaran tanah misalnya metode Mc. Guirre atau metode lain yang dapat dipakai untuk menganalisis data lapangan dengan data gempa. Untuk dapat meningkatkan ketahanan bendung agar terjaga kestabilannya dengan pemberian pengamanan ke bagian lain berupa batuan penguat seperti pada bagian kaki bendungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar. 2009. *Seismologi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Algary, T. 2013. *Perhitungan Tingkat Kerusakan Gempabumi dengan metode HVSR berdasarkan nilai amplifikasi dan indeks kerentanan seismic di Jiwo Timur, Bayat, Klaten, Jawa Tengah*. Skripsi S-1 Program Studi Geofisika, FMI. Yogyakarta:UGM.
- Al-Maraghi, Ahmad Mustafa. 1971. *Tafsir al-maraghi*. Mesir, Musthafa al-Baby al-Halaby.
- Almendros, Javier., Luzon, Fransisco., Posadas, Antonio. 2004. *Microtremor Analyses at Teide Volcano (Canary Islands, Spain): Assessment of Natural Frequencies of Vibration Using Time-dependent Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio*. Pure Applied Geophysics Volume 161.
- Astuti A. B. 2010. *Perhitungan Nilai Percepatan Getaran Tanah Maksimum Dan Kaitannya Terhadap Lithologi (Studi Kasus: Daerah Bayat, Klaten, Jawa Tengah)*. Skripsi S-1 Program Studi Geofisika. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Badan Perencanaan Pembangunan DIY (Bappeda). 2000. *Data Pokok Pembangunan Daerah Istimewa Yogyakarta 1999/2000*. Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2011. *Kabupaten Kulonprogo.2011.Kabupaten Kulonprogo dalam Angka 2011*. Yogyakarta.
- Balai Bendungan. 2009. *Diklat Teknisi Inspeksi dan Evaluasi Keamanan Bendungan (Pertimbangan Geologi)*. Yogyakarta.
- Balai Besar Wilayah Sungai Serayu-Opak (BBWS). 2013. *Pusat penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air*. Yogyakarta.
- Bard, P. 1998. *Reability of the H/V Techniques for Site Effects Measurements: an Experimental Assesment*. Proceeding of the second International Symposium Effect of the Surface Geology on Seismic Motion, Yokohama, Japan, Vol. I , pp. 1251-1254.
- Braile, L. 2012. *Making Waves: Seismic Waves Activities and Demonstrations*. U.S: Purdue University.
- Departemen Pekerjaan Umum (DPU). 2005. *Studi Lingkungan dan Stabilitas Lereng Bendungan di Kabupaten Kulon Progo*. Jakarta
- Dirgantara, F. 2008. *Pemetaan Amplifikasi Mikrozonasi kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan metode HVSR*. Skripsi S-1 Program Studi Geofisika, FMIPA. Yogyakarta:UGM.

- Djonoputro, B. D. 1984. *Teori Ketidakpastian*. Jurusan Fisika. Bandung: ITB.
- Edwiza, Daz dan Novita, Sri. 2008. *Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Seismik Kota Padang Panjang Menggunakan Metoda Kannai, Repository*. Sumatra Barat:Lab. Geofisika Unand.
- Febriani, Y. 2012. *Pemetaan Peak Ground Acceleration (PGA) Dengan Menggunakan Metode Kanai Di Kota Bengkulu*. Tesis S-2 Program Ilmu Fisika. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Gofar, Mohamad. 2008. *Gempa Bumi dalam Perspektif Al-Quran*. Skripsi S-1, Jurusan Tafsir Hadits, Fakultas Ushuluddin, UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Hartati, L. 2011. *PERBANDINGAN Analisa Percepatan Tanah Pendekatan Empiris dengan Accelelograph dan Pemodelan Zonasi Akibat Gempabumi Studi Kasus Gempa Yogyakarta Tahun 2008 sampai dengan 2010*. Skripsi-S1. Program Studi Fisika. Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga.
- Ibrahim, G. & Subardjo. 2005. *Pengetahuan Seismologi*. Jakarta : BMKG.
- Kanai, K., 1957, *Semi Empirical Formula for the Seismic Characteristic of the Ground*, Bull. Earthq. Rest. Inst., 35(1957), 309.
- Motamed, R., Ghalandarzadeh, A., Tawhata, I. and Tabatabaei, S.H. 2007. *Seismic Microzonation and Damage Assessment of Bam City*. Southern Iran: Journal of Earthquake Engineering. 11:1, 110-132.
- Nakamura, Y. 1989. *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface*. Japan: Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI), Vol. 30, No.1.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan. 2004. Analisis stabilitas bendungan tipe urugan akibat beban gempa (pd. T-14-2004-A). Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Peck, L., 2008, *Overview of Seismic Noise and Its Relevance to Personal Detection*, US Army Corps of Engineer, Engineer Research and Development.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 37 tahun 2010 tentang Bendungan

- Nanang, E.S. 2007. *Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum (PGA) akibat dari gempa utama Yogyakarta 27 Mei 2006, dan susulannya dengan Metode Kanai Pendekatan Sumber garis untuk gempa utama dan Sumber titik untuk gempa susulan (Skripsi)*. Yogyakarta : Fakultas Ilmu Pengatahuan Alam dan Matematika (MIPA), Universitas Gadjah Mada.
- SESAME European research project. 2004. *Guidelines for the implementation of the h/v spectral ratio technique on ambient vibrations measurements, processing and interpretation*.
- Susilawati. 2008. *Peenerapan Penjalaran Gelombang Seismik Gempa pada Penelaah Struktur Bagian Dalam Bumi*. Skripsi-S1. Jurusan Fisika. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Teddy, D. R. (2008). *Perhitungan Percepatan Tanah Menggunakan rumus Empiris Atenuasi Berdasarkan Hasil Pembacaan Accelelograph Gempa Bengkulu 12 September 2007*. Program Studi Pendidikan Diploma III, Jurusan Geofisika Akademi Meteorologi dan Geofisika.
- Van Bemmelen, R. W.. 1949. *The Geology of Indonesia, Vol 1A, General Geology of Indonesia and Adjustment Archipelagoes*, Government Printing Office. The Haques:Amsterdam.
- Waluyo. 2000. *Seismologi*, Diktat Kuliah. Yogyakarta : Fakultas Ilmu Pengatahuan Alam dan Matematika (MIPA), Universitas Gadjah Mada.

LAMPIRAN 1

Contoh perhitungan data percepatan tanah pada TA1 dengan *event* gempabumi yang digunakan yaitu gempabumi 09 Juli 2006, dengan posisi episenter terletak pada $110^{\circ}12'36''$ BT dan $7^{\circ}57'36''$ LS dengan $M= 1.7$ SR dan $H=10$ Km menggunakan metode Kannai adalah sebagai berikut:

1. Lokasi Penelitian TA1 Tanggal

$$\text{Bujur } (x_1) = 110,12$$

$$\text{Lintang } (y_1) = -7,83$$

Lokasi Episenter

$$\text{Bujur } (x_2) = 110,21$$

$$\text{Lintang } (y_2) = -7,96$$

i. Menghitung jarak Episenter

$$\begin{aligned}\Delta &= 111 \times [(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{0,5} \\ &= 111 \times [(110,21 - 110,12)^2 + (-7,96 - (-7,83))^2]^{0,5} \\ &= 111 \times [8,1 \cdot 10^{-3} + 0,0169]^{0,5} \\ &= 111 \times 0,1581 \\ &= 17,5506 \text{ km}\end{aligned}$$

ii. Menghitung jarak hiposenter

$$R^2 = \Delta^2 + h^2$$

$$R^2 = (17,5506)^2 + (10)^2$$

$$R^2 = 408,025$$

$$R = 20,1996 \text{ km}$$

iii. Periode Dominan Tanah

$$T_0 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{1,14041} = 0,8796 \text{ s}$$

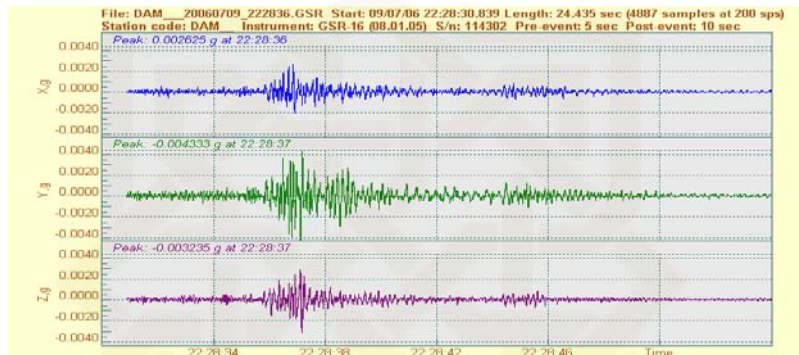
iv. Percepatan Getaran Tanah (PGA)

$$\begin{aligned}\alpha_g &= \frac{5}{\sqrt{T_0}} 10^{0,61.M - [1,66 + \frac{3,6}{R}] \log R + 0,167 - \frac{1,83}{R}} \\ &= \frac{5}{\sqrt{0,8796}} 10^{0,61 \cdot 1,7 - [1,66 + \frac{3,6}{20,1996}] \log 20,1996 + 0,167 - \frac{1,83}{20,1996}} \\ &= \frac{5}{0,9364} 10^{1,037 - 1,8382 \cdot 1,3053 + 0,167 - 0,0906} \\ &= 5,3396 \times 10^{-1,286} \\ &= 0,2764 \text{ gal}\end{aligned}$$

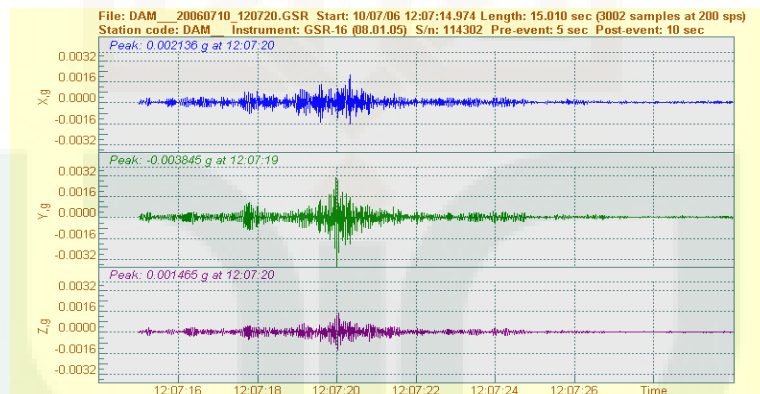
LAMPIRAN 2

Tampilan alat *accelorograph* bendungan sermo dan diambil 6 data gempa disetiap *event* gempabumi dengan percepatan getaran maksimum pada setiap *event*.

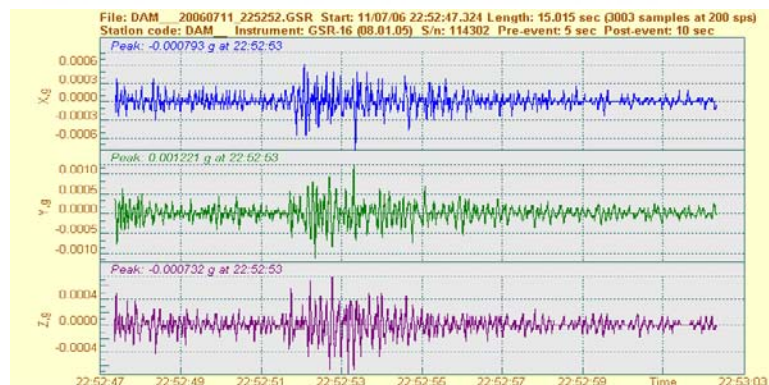
1. *Event* gempabumi tanggal 09 Juli 2006



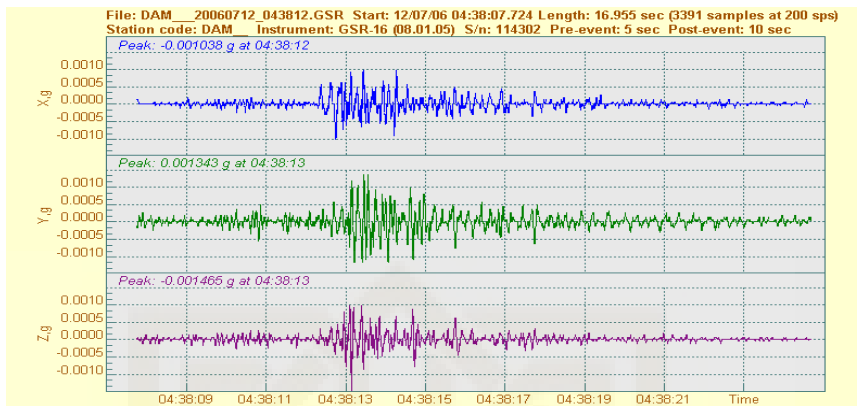
2. *Event* gempabumi tanggal 10 Juli 2006



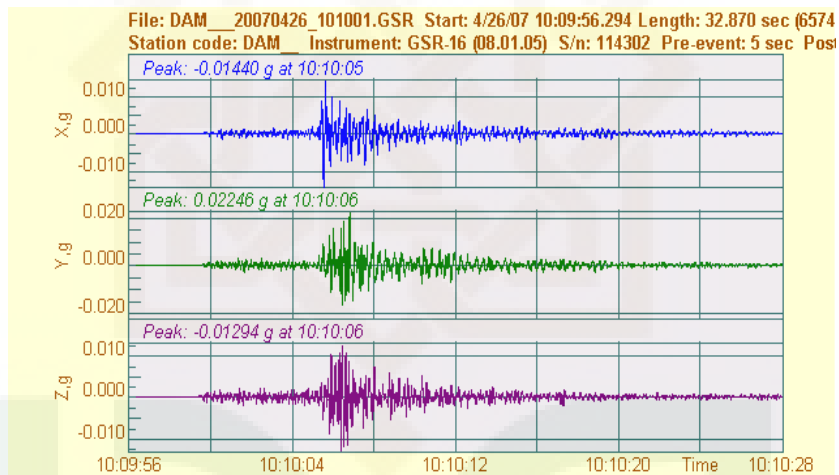
3. *Event* gempabumi tanggal 11 Juli 2006



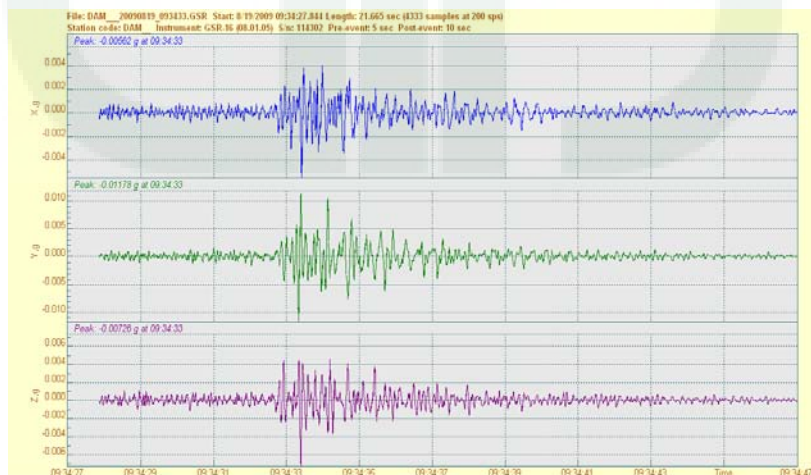
4. *Event gempabumi tanggal 12 Juli 2006*



5. *Event gempabumi tanggal 26 April 2007*



6. *Event gempabumi tanggal 19 Agustus 2009*



LAMPIRAN 3

Perbandingan nilai percepatan getaran tanah *accelorograph* dengan Metode Kanai.

Event Gempabumi	Titik Penelitian	Koordinat (°)		H (Km)	M (SR)	Jarak Episenter (Km)	Jarak Hiposenter (Km)	PGA Kanai (gal)	PGA Accelelograph (gal)
		Lintang	Bujur						
09-07-2006	TA2	-7.96	110.21	10	1.7	17.7687	20.3894	0.2054	0.4333
10-07-2006	TA2	-7.96	110.20	10	0.8	17.2265	19.9186	0.0596	0.3845
11-07-2006	TA2	-7.89	110.25	10	0.2	15.7752	18.6777	0.0275	0.1221
12-07-2006	TA2	-7.91	110.22	10	1.4	14.2687	17.4239	0.1596	0.1465
26-04-2007	TA2	-7.95	110.21	10	2.6	16.8737	19.6143	0.7594	2.2460
19-08-2009	TA2	-7.89	110.11	10	1.6	7.3877	12.4329	0.2921	1.1780

LAMPIRAN 4

Hasil analisis persamaan garis $y = mx + c$ menghasilkan koefisien m , ralat nilai y yaitu S^2_y , Δm , %*error*, %*ketepatan*. Dari ketepatan maka didapatkan nilai korelasi antara Percepatan Getaran Tanah *accelelograph* dengan Metode Kanai.

$$\begin{aligned} \diamond m &= \frac{N\sum(X_i Y_i) - \sum X_i \sum Y_i}{N\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \\ &= \frac{6.2,1884 - 4,5104.1,5036}{6.6,8042 - 20,3437} \\ &= \frac{6,3488}{20,4813} \\ &= 0,3099 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \diamond S^2_y &= \frac{1}{N-2} \left[\sum Y_i^2 - \frac{\sum X_i^2 (\sum Y_i)^2 - 2\sum X_i \sum (X_i Y_i) \sum Y_i + N(\sum X_i Y_i)^2}{N\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \right] \\ &= \frac{1}{4} \left[0,7339 - \frac{6,8042.2,2607 - 2.4,5104.2,1884.1,5036 + 6.4,789091}{6.6,8042 - 20,3437} \right] \\ &= 0,25 \left[0,7339 - \frac{14,4346}{20,4813} \right] \\ &= 0,25. (60,7339 - 0,7048) \\ &= 0,25.0,0292 \\ &= 0,0073 \end{aligned}$$

$$S_y = 0,0854$$

$$\begin{aligned} \diamond \Delta m &= S_y \sqrt{\frac{N}{N\sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}} \\ &= 0,0854 \sqrt{\frac{6}{6.6804 - 20,3437}} \\ &= 0,0854.0,5412 \\ &= 0,0462 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\diamond \text{\%error} &= \frac{\Delta m}{m} \times 100\% \\ &= \frac{0,0462}{0,3099} \times 100\% \\ &= 14,9080\%\end{aligned}$$

$$\diamond \text{\%ketepatan} = 100\% - 14,9080\% = 85,092\%$$



LAMPIRAN 5

Hasil analisis pemilihan *event* gempa bumi terbesar pada tanggal 25 Mei 2007 yang terdiri dari *longitude*, *latitude*, Jarak gempa ke titik penelitian (Km), Kedalaman (Km), Magnitude (SR), Jarak Episenter (Km), Jarak Hiposenter (Km), dan PGA (gal).

Event Gempabumi	Titik Penelitian	Koordinat (°)		Jarak gempa ke titik penelitian (Km)	H (Km)	M (SR)	Jarak Episenter (Km)	Jarak Hiposenter (Km)	PGA (gal)
		Lintang	Bujur						
25-05-2007	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.707679	13.93697	2.502248
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.808697	14.00752	1.87268
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.795182	13.99806	1.704365
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.725271	13.94923	8.988585
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.832207	14.02399	1.767238
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.875445	14.05434	2.705313
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.770183	13.98057	3.936713
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.746635	13.96413	4.56051
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.700932	13.93227	1.738038
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.839649	14.02921	8.122961
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	3	9.760914	13.9741	5.426535

LAMPIRAN 6

Dari hasil 33 *event* gempa dihasilkan Percepatan Getaran Tanah Maksimum yaitu pada *event* pada tanggal 25 Mei 2007, terletak pada posisi 110°06'0'' BT dan -7°54'36'' LS dengan magnitudo gempa sebesar 3 SR dan kedalaman 10 km. Hal ini dijadikan dasar pemodelan Percepatan Getaran Tanah. Untuk melihat secara signifikan dampak gempa terhadap bendungan maka dibuat 10 pemodelan mulai dari 3.2 s.d 5 SR dengan jarak antara model adalah 0.2 SR pada lokasi yang sama dengan lokasi percepatan getaran tanah maksimum.

Model Percepatan Getaran tanah	Titik Penelitian	Koordinat (°)		Jarak gempa ke titik penelitian (Km)	H (Km)	M (SR)	Jarak Episenter (Km)	Jarak Hiposenter (Km)	PGA (gal)
		Lintang	Bujur						
MODEL A	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.707679	13.93697	3.313831
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.808697	14.00752	2.480068
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.795182	13.99806	2.257162
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.725271	13.94923	11.90396
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.832207	14.02399	2.340427
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.875445	14.05434	3.582758
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.770183	13.98057	5.213553
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.746635	13.96413	6.039673
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.700932	13.93227	2.301756
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.839649	14.02921	10.75757
MODEL B	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	3.2	9.760914	13.9741	7.186586
	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.707679	13.93697	4.388644
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.808697	14.00752	3.284456

	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.795182	13.99806	2.989253
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.725271	13.94923	15.7649
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.832207	14.02399	3.099524
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.875445	14.05434	4.744796
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.770183	13.98057	6.904525
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.746635	13.96413	7.998589
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.700932	13.93227	3.048312
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.839649	14.02921	14.2467
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	3.4	9.760914	13.9741	9.517495
	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.707679	13.93697	5.812064
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.808697	14.00752	4.349742
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.795182	13.99806	3.958792
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.725271	13.94923	20.87812
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.832207	14.02399	4.104829
MODEL C	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.875445	14.05434	6.28373
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.770183	13.98057	9.143949
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.746635	13.96413	10.59286
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.700932	13.93227	4.037006
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.839649	14.02921	18.8675
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	3.6	9.760914	13.9741	12.60441
	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.707679	13.93697	7.697157
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.808697	14.00752	5.760544
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.795182	13.99806	5.242792
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.725271	13.94923	27.64976
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.832207	14.02399	5.436196
MODEL D	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.875445	14.05434	8.321805
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.770183	13.98057	12.10971
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.746635	13.96413	14.02857
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.700932	13.93227	5.346374
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.839649	14.02921	24.98702
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	3.8	9.760914	13.9741	16.69255

MODEL E	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.707679	13.93697	10.19367
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.808697	14.00752	7.628928
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.795182	13.99806	6.943247
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.725271	13.94923	36.61772
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.832207	14.02399	7.19938
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.875445	14.05434	11.02091
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.770183	13.98057	16.03739
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.746635	13.96413	18.57862
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.700932	13.93227	7.080426
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.839649	14.02921	33.09134
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	4.0	9.760914	13.9741	22.10664
MODEL F	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.707679	13.93697	13.49989
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.808697	14.00752	10.10331
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.795182	13.99806	9.195231
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.725271	13.94923	48.49437
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.832207	14.02399	9.534437
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.875445	14.05434	14.59545
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.770183	13.98057	21.23899
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.746635	13.96413	24.60443
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.700932	13.93227	9.376902
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.839649	14.02921	43.82424
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	4.2	9.760914	13.9741	29.27674
MODEL G	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.707679	13.93697	17.87847
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.808697	14.00752	13.38023
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.795182	13.99806	12.17763
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.725271	13.94923	64.22311
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.832207	14.02399	12.62685
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.875445	14.05434	19.32936
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.770183	13.98057	28.12767
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.746635	13.96413	32.58467
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.700932	13.93227	12.41822

MODEL H	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.839649	14.02921	58.03826
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	4.4	9.760914	13.9741	38.7724
	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.707679	13.93697	23.6772
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.808697	14.00752	17.71999
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.795182	13.99806	16.12734
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.725271	13.94923	85.05333
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.832207	14.02399	16.72226
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.875445	14.05434	25.59868
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.770183	13.98057	37.25065
	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.746635	13.96413	43.15324
MODEL I	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.700932	13.93227	16.44597
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.839649	14.02921	76.86248
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	4.6	9.760914	13.9741	51.3479
	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.707679	13.93697	31.3567
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.808697	14.00752	23.46732
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.795182	13.99806	21.3581
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.725271	13.94923	112.6397
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.832207	14.02399	22.14599
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.875445	14.05434	33.90139
	TA7	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.770183	13.98057	49.33258
MODEL J	TA8	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.746635	13.96413	57.14963
	TA9	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.700932	13.93227	21.78007
	TA10	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.839649	14.02921	101.7922
	TB5	-7.91	110.10	9.76	10	4.8	9.760914	13.9741	68.00215
	TA1	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.707679	13.93697	41.52698
	TA2	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.808697	14.00752	31.07875
	TA3	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.795182	13.99806	28.28542
	TA4	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.725271	13.94923	149.1734
	TA5	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.832207	14.02399	29.32885
	TA6	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.875445	14.05434	44.89702
TA7	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.770183	13.98057	65.33318	

TA8	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.746635	13.96413	75.68562
TA9	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.700932	13.93227	28.84426
TA10	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.839649	14.02921	134.8076
TB5	-7.91	110.10	9.76	10	5.0	9.760914	13.9741	90.05807



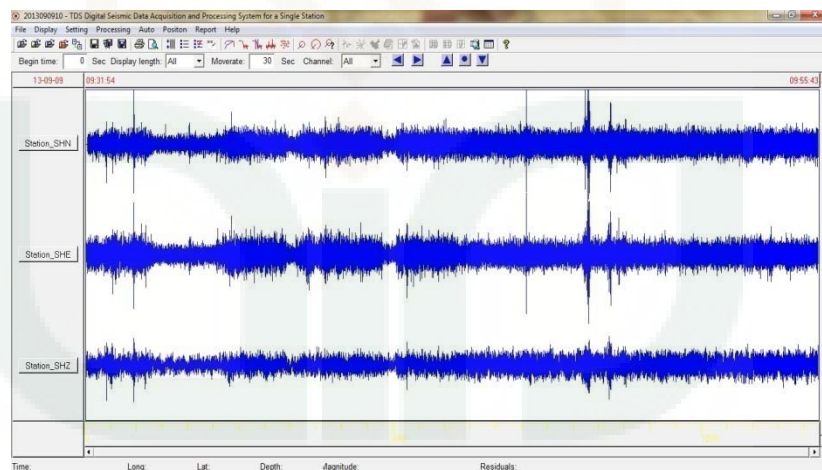
LAMPIRAN 7

PENGOLAHAN DATA MIKROTREMOR

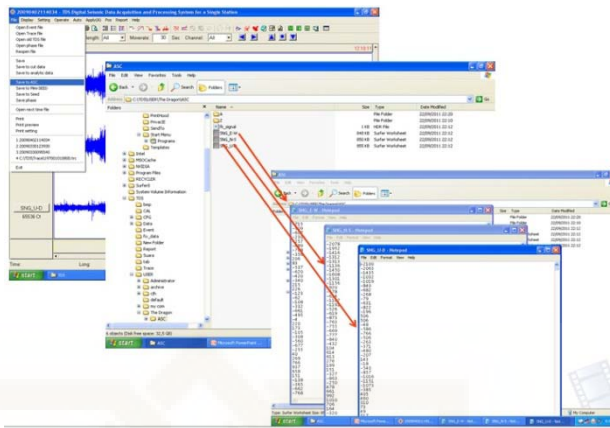
Langkah – langkah pengolahan data mentah mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) dengan bentuan *software* Sessaray-Geopsy.

A. Mengolah Data mentah Mikrotremor

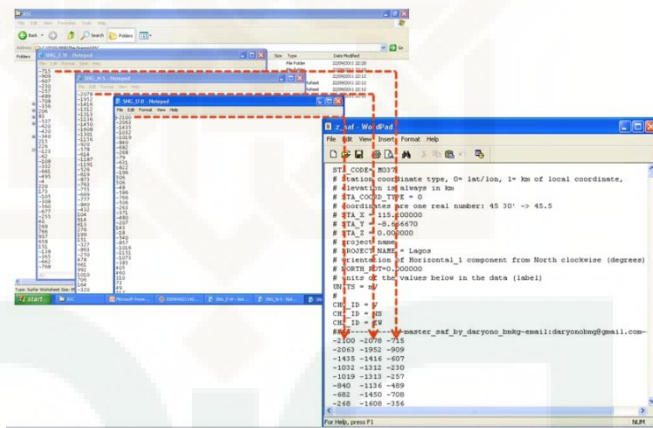
1. Data mentah mikrotremor yang diperoleh dari pengukuran dilapangan dibuka menggunakan *software* DataPro yang merupakan paket program dari seismograf TDS 303.
2. Hasil pengukuran tercatat dalam 3 jenis gelombang yaitu gelombang seismik vertikal, horizontal (utara-selatan), dan horisontal (timur-barat).



3. Data mentah (*raw signal*) tidak dapat secara langsung diolah menggunakan *software* Sessaray-Geopsy dan harus dirubah terlebih dahulu ke dalam format ASCII menggunakan perangkat lunak DataPro.

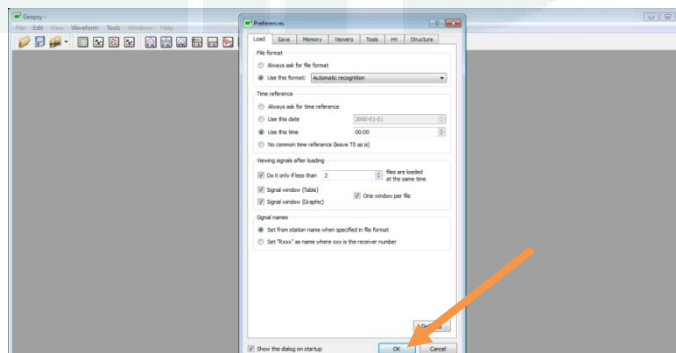


4. Kemudian data dalam format ASCII dirubah dalam format saf (SESAME Format ASCII) agar dapat diolah menggunakan *softawre* Sessaray-Geopsy.



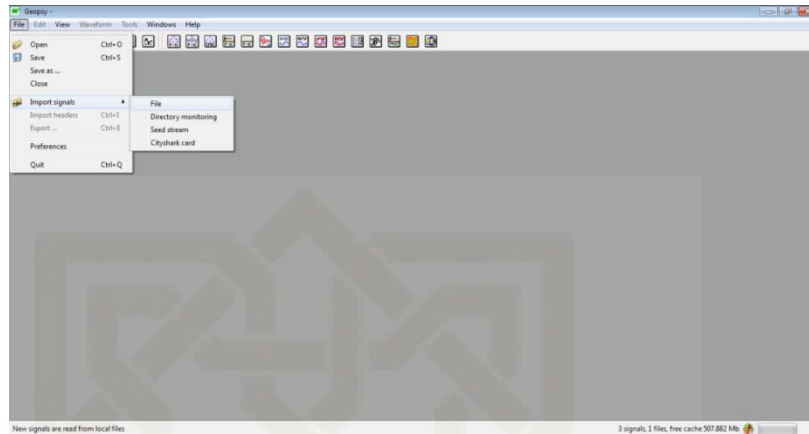
B. Menganalisis Data Mikrotremor

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

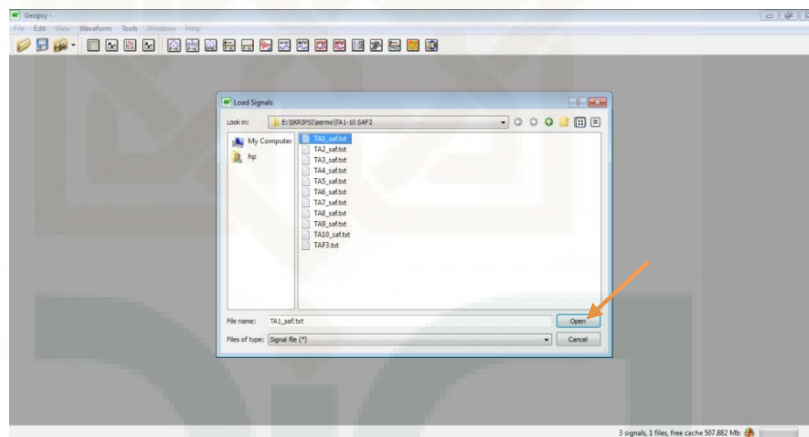


Setelah muncul tampilan seperti gambar, lalu klik Oke.

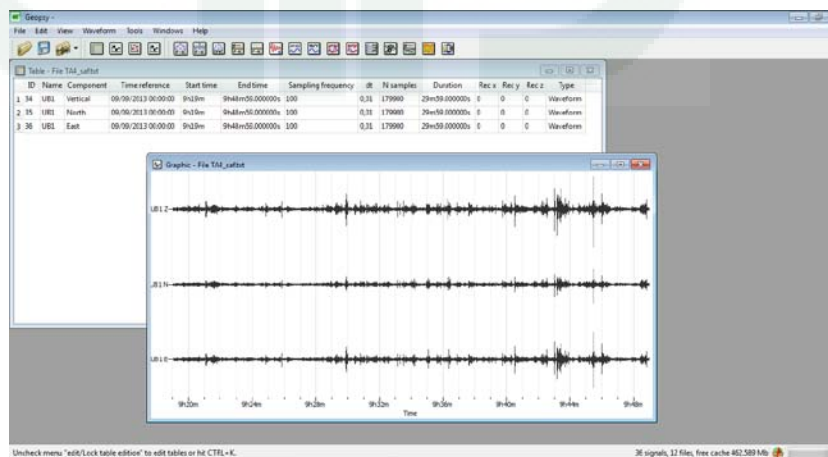
2. Klik import signals, kemudian pilih file penyimpanan data titik-titik pengukuran.




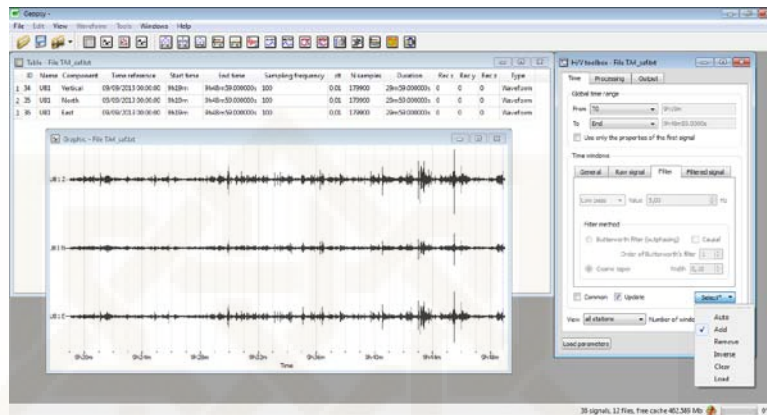
3. Pilih data yang akan dianalisis, lalu klik Open.



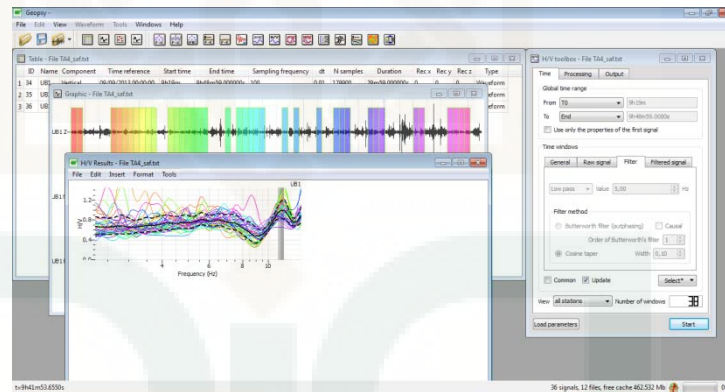
4. Kemudian muncul grafik sinyal seperti gambar dibawah ini.



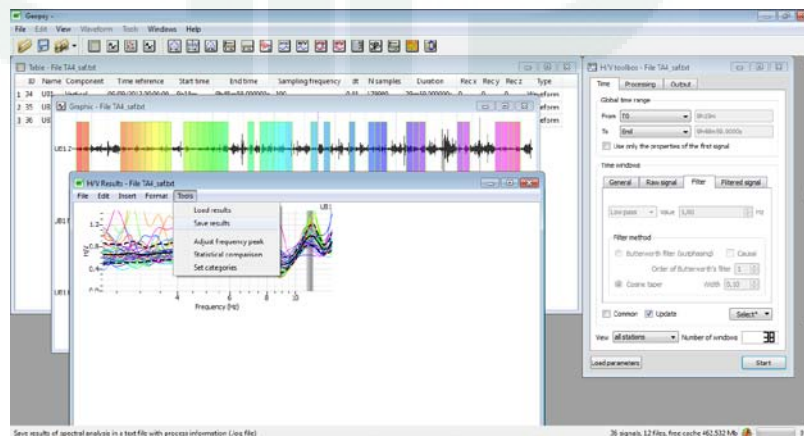
- Klik kotak  pada tool bar, maka akan muncul H/V toolbox. Pilih time pada kotak toolbox dan klik add untuk memilih sinyal dengan noise atau gangguan sedikit pada grafik seperti gambar dibawah ini.



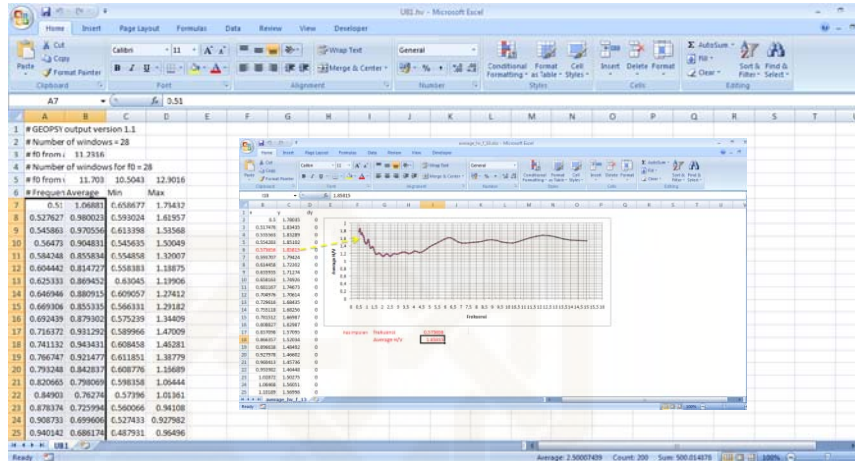
- Klik *start* maka akan muncul gambar seperti dibawah ini.



- Untuk menyimpan, klik *Tools* kemudian pilih *save results*.

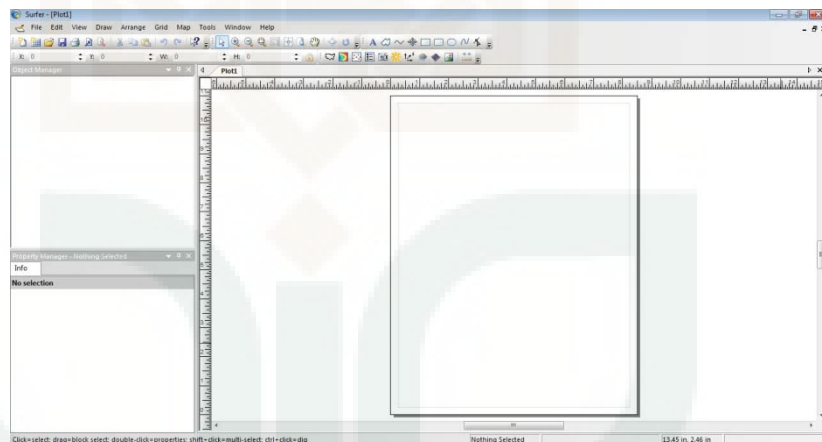


- Untuk membuat grafik hubungan antara average H/V dengan frekuensi dari data hasil olahan *software* geopsy menggunakan excel.

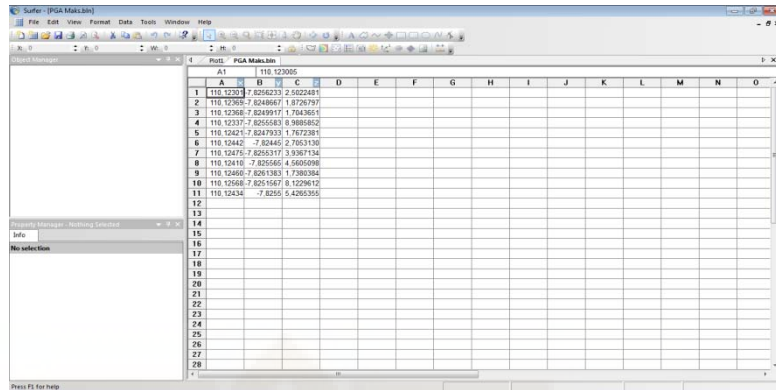


C. Pembuatan *Image Map* menggunakan Surfer 11

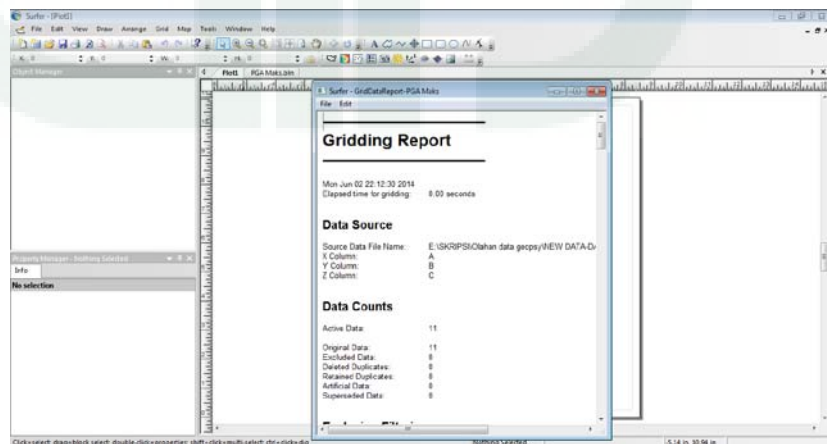
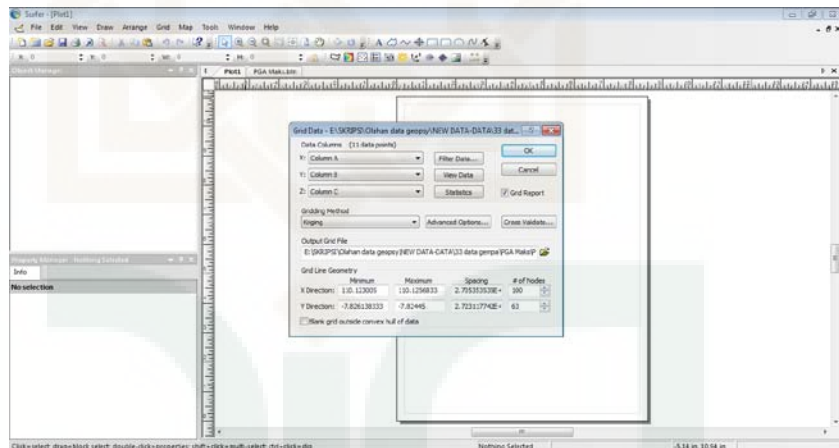
- Buka Surfer 11



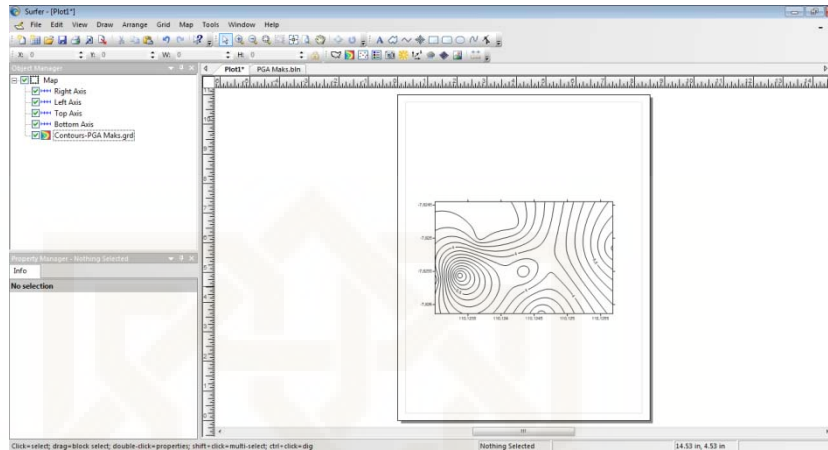
- Pilih *file* → *new* → *worksheet*. Masukkan data-data yang akan dibuat. Kolom x untuk *longitude*, kolom y untuk *latitude*, dan kolom z sesuai dengan variabel yang akan dibuat, untuk penelitian ini kolom z diisi dengan percepatan getaran tanah (PGA). Pilih *file* → *save* untuk menyimpan data dengan format (*.bln).



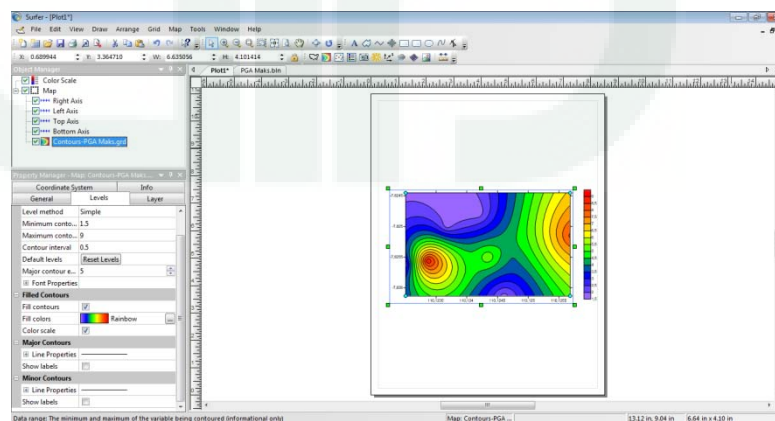
- Pilih *file* → *New* → *plot*. Pilih *Grid* → *Data* → buka data yang tersimpan dalam bentuk (*.bln) → *open* → lalu akan muncul grid data → klik *oke* → maka akan menghasilkan file tipe *GridDataReport*, kemudian klik *save* untuk menyimpan.



4. Klik *map* → *new* → *image map* → pilih data yang telah di grid sebelumnya.



5. Klik *Contours-* (nama data yang dipilih) untuk memunculkan *property manager*. Klik *general* kemudian klik *color* pilih warna sesuai yang diinginkan. Untuk memunculkan level klik *interpolate pixels* dan *show color scale*. Untuk mengatur level *minimum*, *maximum* dan *interval* dapat dilihat pada *labels*. Jika ingin mengganti warna pada setiap level, pada *level method* pilih *advanced*. Jika semua sudah seperti yang diinginkan maka pilih *file* → *save* untuk menyimpan.



6. Langkah pembuatan peta mikrozonasi dan pemodelan PGA sama seperti langkah diatas.

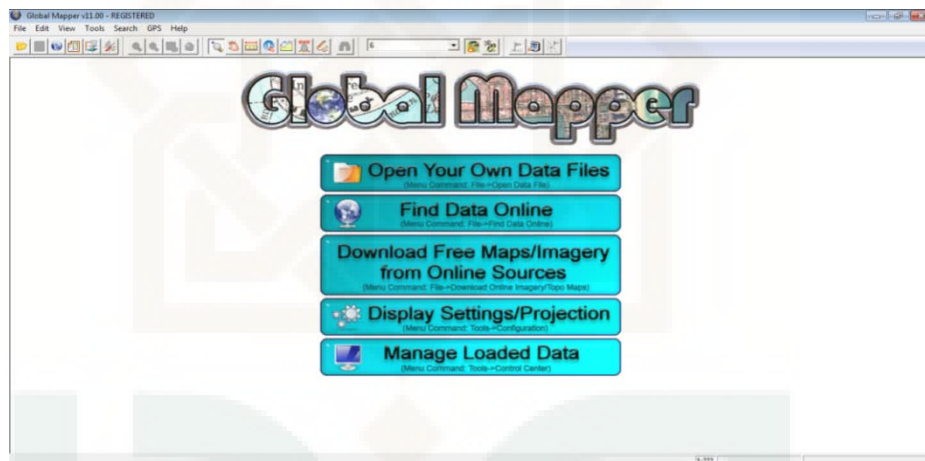
LAMPIRAN 8

MIKROZONASI

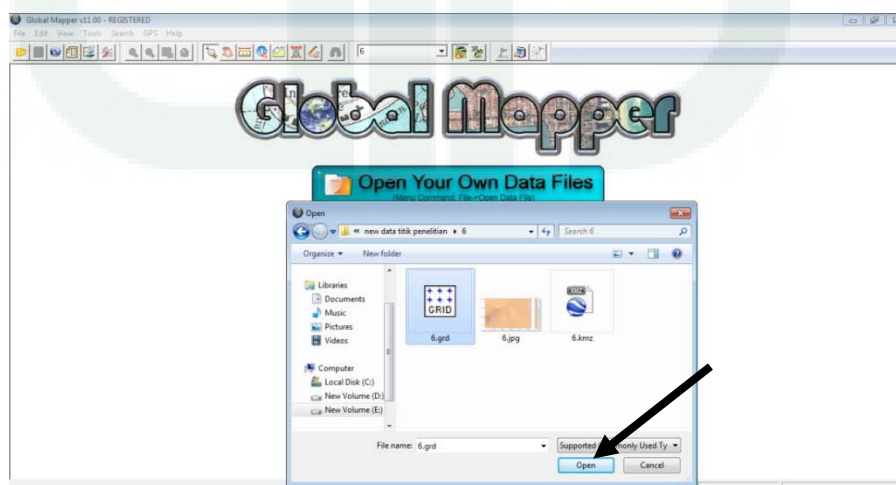
Langkah-langkah untuk membuat mikrozonasi menggunakan *software* Global Mapper 11 dan *software* Google Earth sebagai berikut.

A. Peta Mikrozonasi Pemetaan Percepatan getaran tanah

1. Data yang akan dimasukkan adalah data Grid dari *software* Surfer 11 yang telah dibuat sebelumnya.
2. Buka aplikasi *software* Global Mapper 11



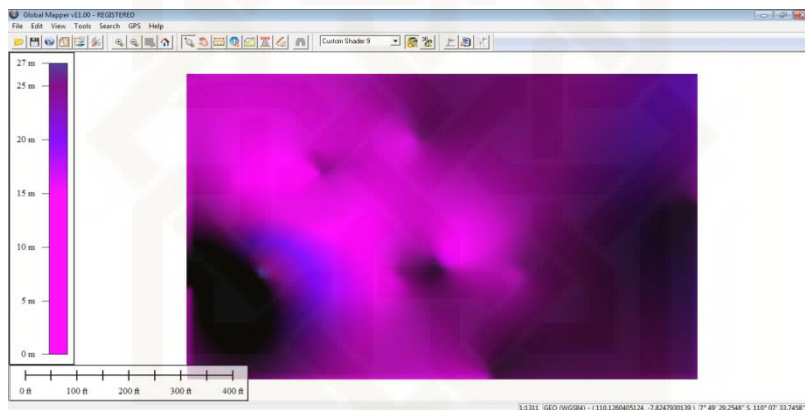
3. Klik *Open Your Own Data Files*, lalu klik data yang akan dibuka.



4. Akan muncul *Select Projection* lalu klik oke.

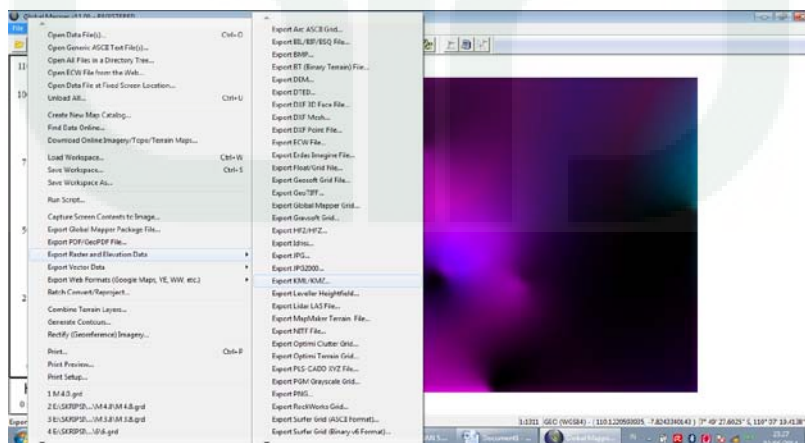


5. Setelah itu akan muncul seperti gambar dibawah ini

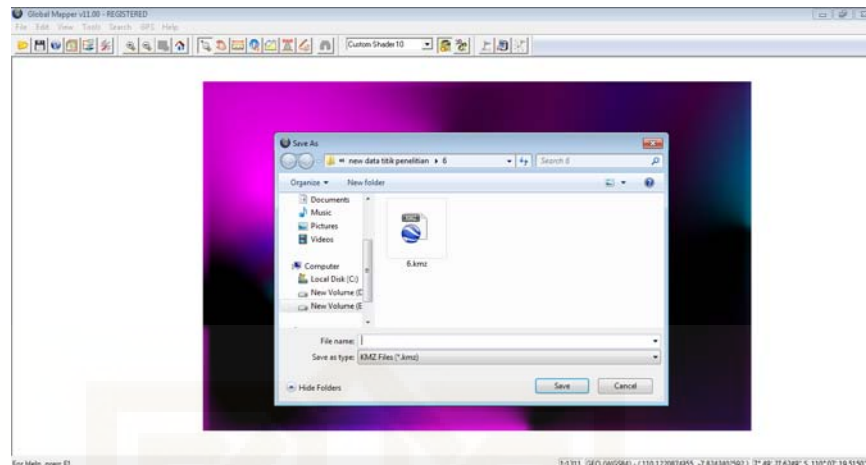


6. Pilih File → *Export Raster and Elevation Data* → *Export KML/KMZ*.

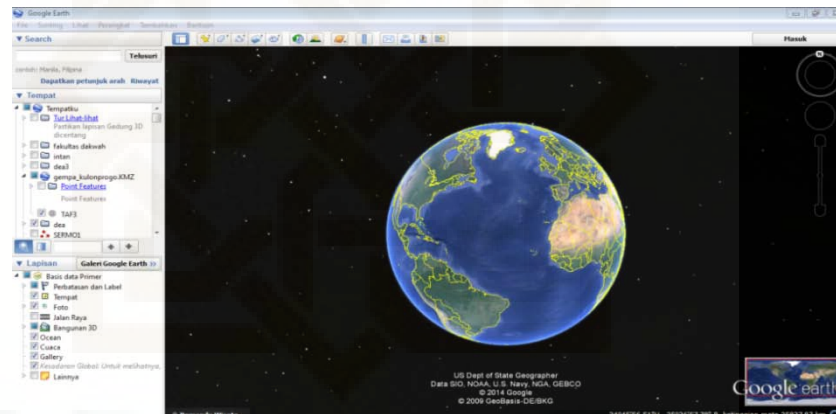
Lalu klik oke pada *KML/KMZ Export Options*.



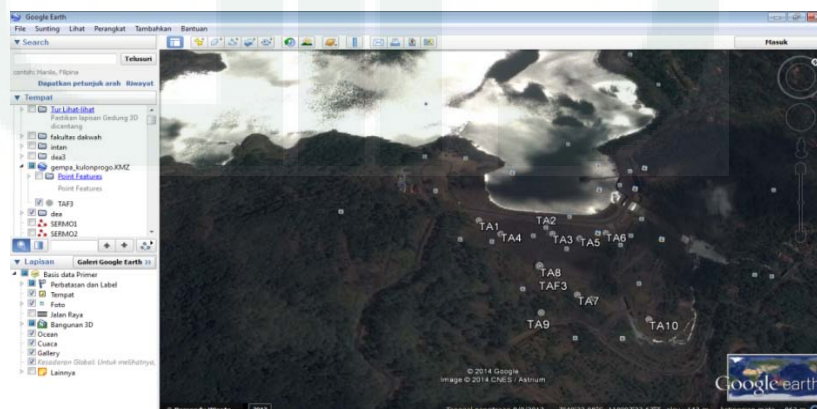
7. Lalu *save* dengan format (*.kmz) kemudian klik *save*.



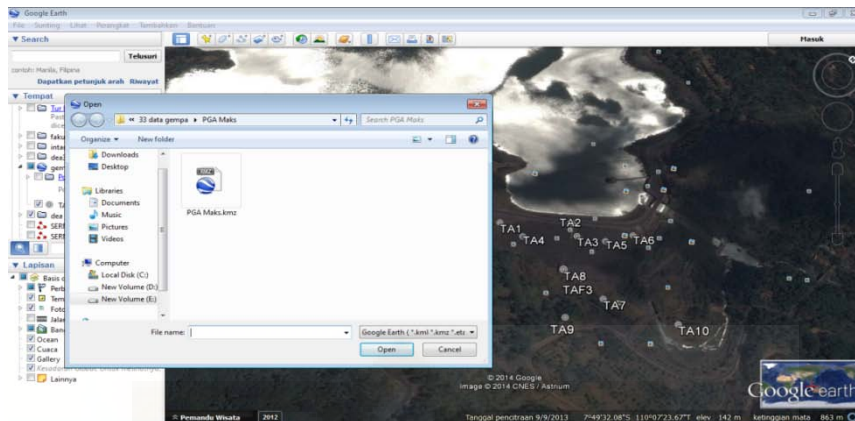
8. Buka aplikasi Google Earth.



9. Buka titik-titik lokasi penelitian sesuai dengan lokasi *longitude* dan *latitude* nya maka akan muncul :



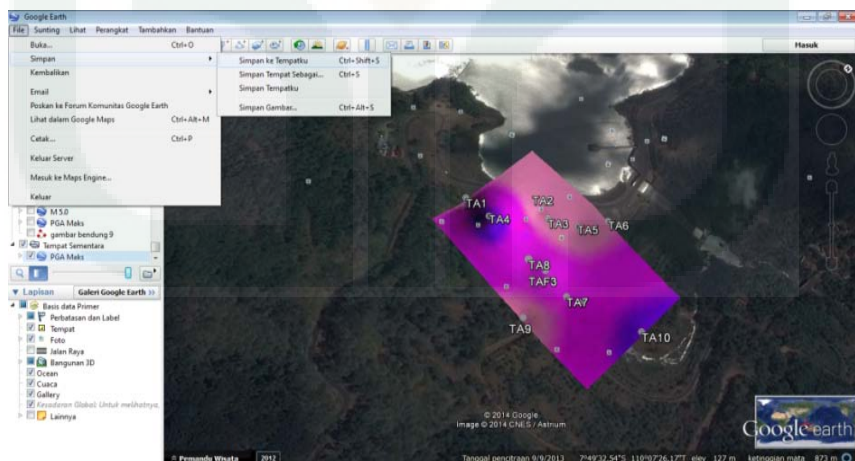
10. Klik File lalu pilih Open. Pilih data dalam bentuk (*.kmz) yang sudah disimpan dengan *software* Global Mapper 11.



11. Akan muncul tampilan seperti gambar dibawah ini.



12. Kemudian untuk menyimpan klik *file* → *save* → *save my place*.



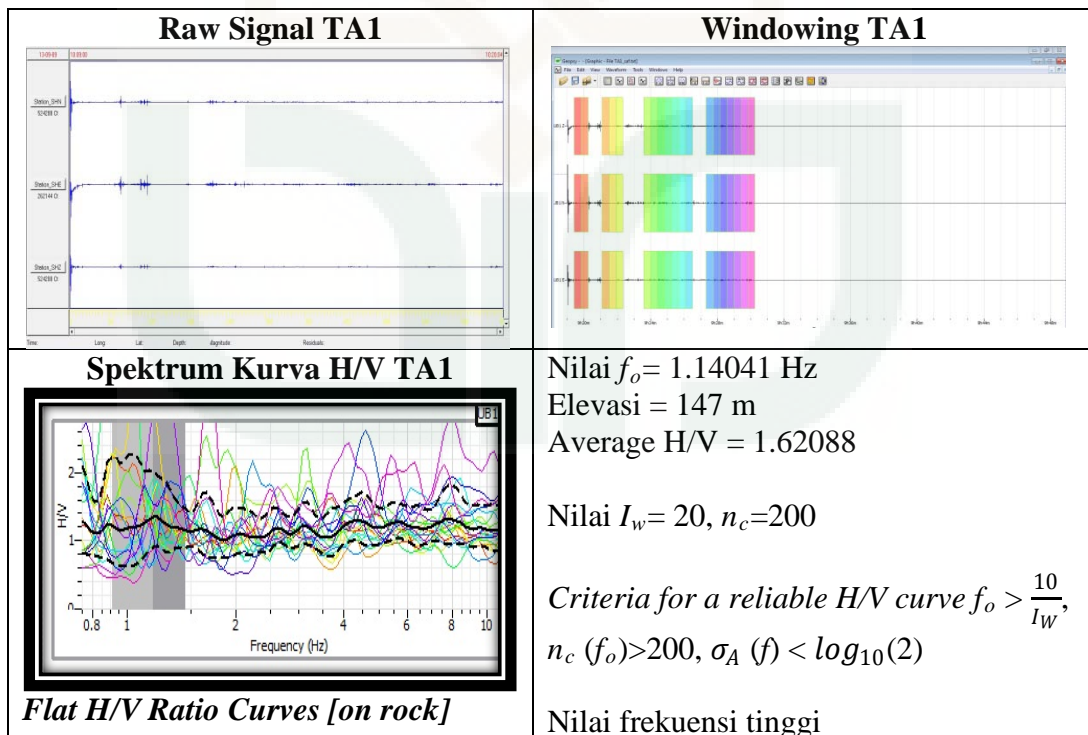
B. Pemodelan Percepatan Getaran Tanah

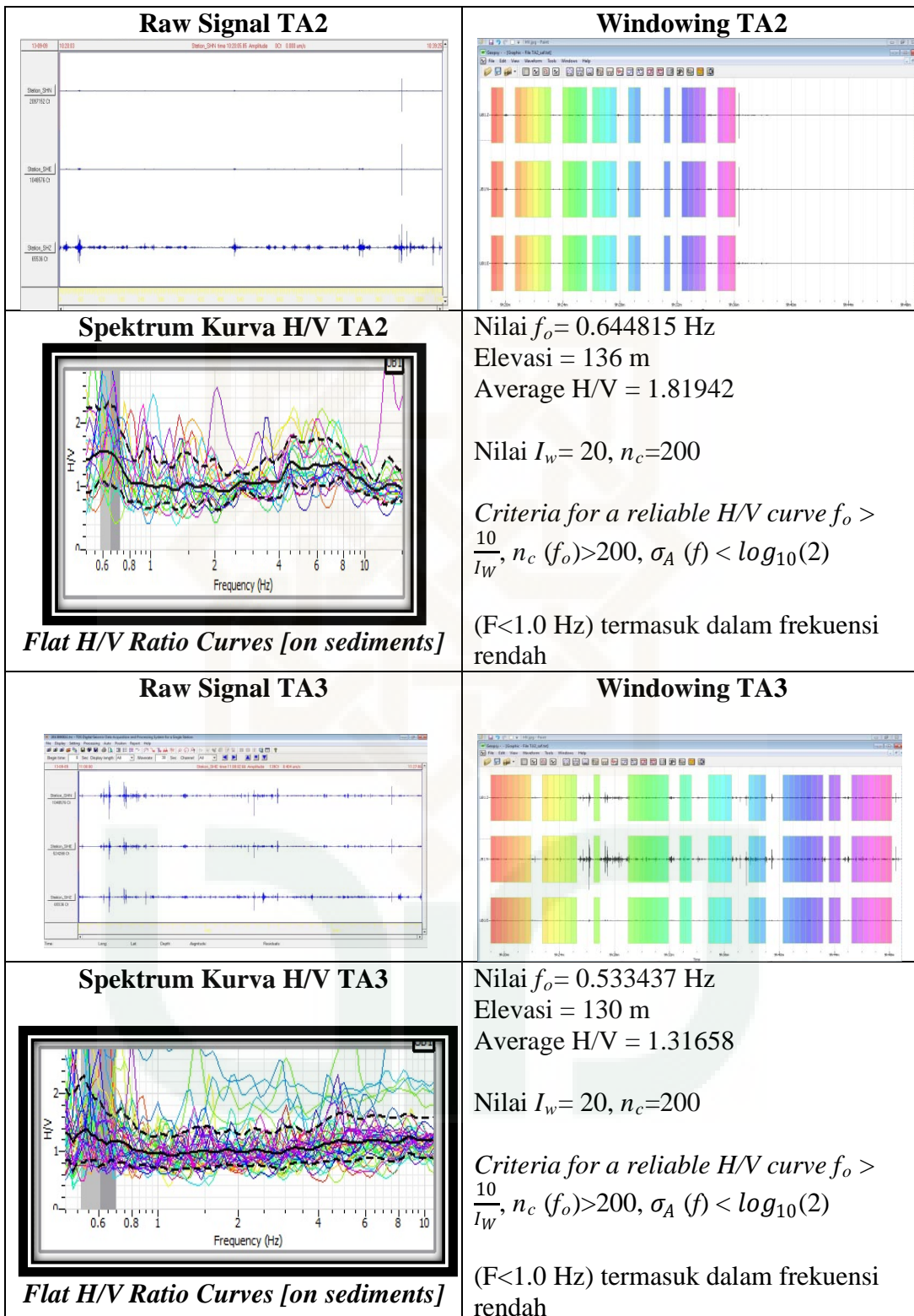
Langkah untuk membuat pemodelan PGA sama seperti langkah pada nomor 8 s.d. 12 diatas.

LAMPIRAN 9

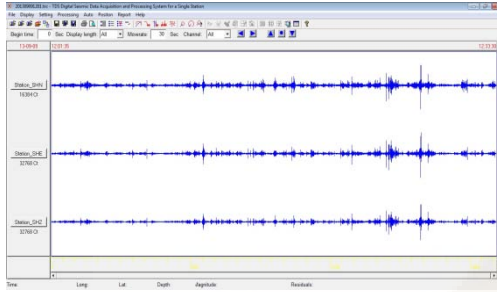
ANALISA SPEKTRUM H/V

Hasil analisis spektrum metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr) dengan software *geopsy*, hampir keseluruhan titik penelitian menunjukkan spektrum yang cenderung datar (*flat*) atau memiliki puncak yang landai. Hal ini disebabkan karena tidak adanya perbedaan variasi lapisan penyusun pada struktur bawah permukaan tanah di Bendungan Sermo mengingat cakupan wilayah penelitian yang kecil. Dari hasil pengolahan menggunakan *geopsy* maka diperoleh spektrum H/V. Kemudian hasil spektrum bendungan dianalisis dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan oleh *SESAME European Research Project* tahun 2006.

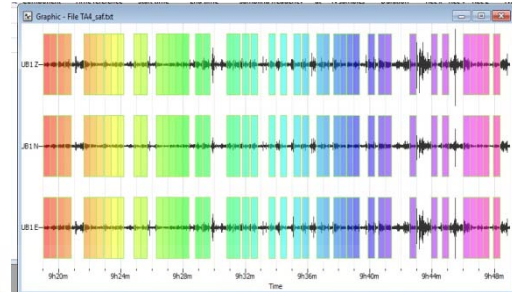




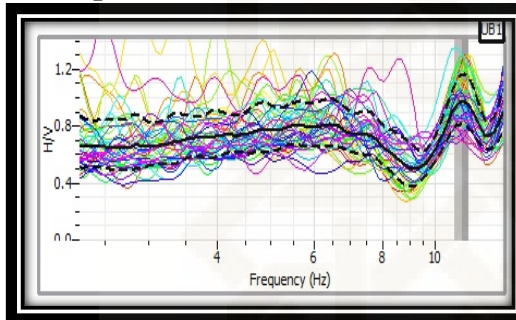
Raw Signal TA4



Windowing TA4



Spektrum Kurva H/V TA4



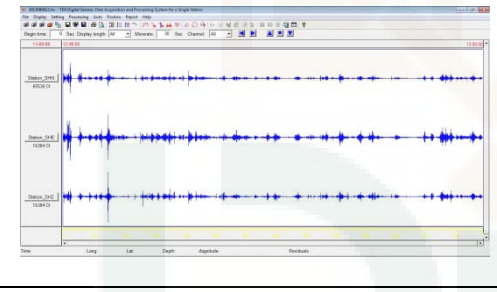
Clear Peak

Nilai $f_o=14.74$ Hz
 Elevasi =138 m
 Average H/V=1.40363

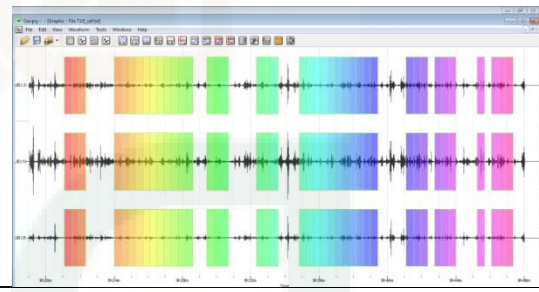
Nilai $I_w= 50, n_c=200$

Criteria for a reliable H/V curve $f_o > \frac{10}{I_w}, n_c(f_o) > 200, \sigma_A(f) < \log_{10}(2)$

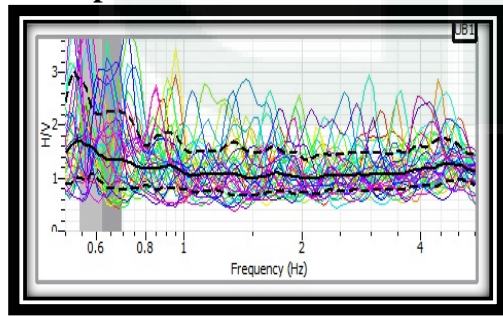
Raw Signal TA5



Windowing TA5



Spektrum Kurva H/V TA5



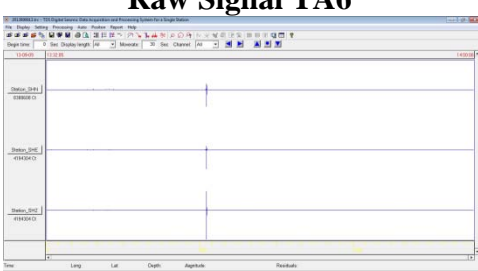
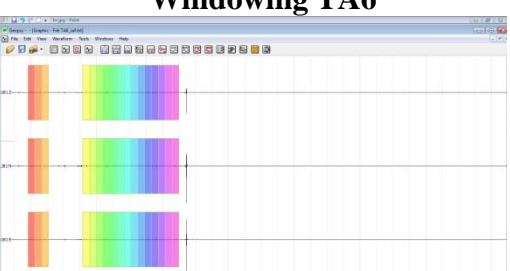
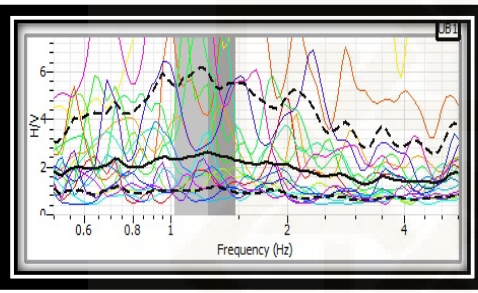
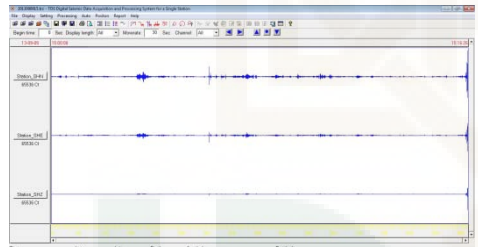
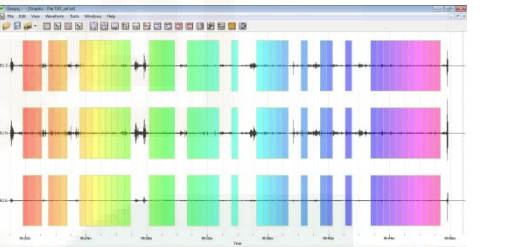
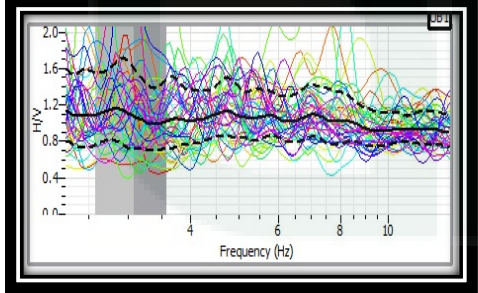
Nilai $f_o=0.575514$ Hz
 Elevasi =128 m
 Average H/V=1.71207

Nilai $I_w= 50, n_c=200$

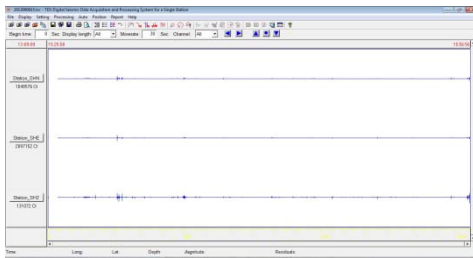
Criteria for a reliable H/V curve $f_o > \frac{10}{I_w}, n_c(f_o) > 200, \sigma_A(f) < \log_{10}(2)$

($F < 1.0$ Hz) termasuk dalam frekuensi rendah

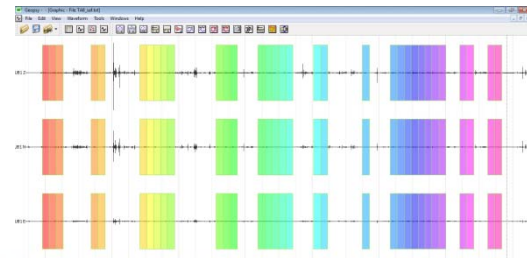
Flat H/V Ratio Curves [on sediments]

<p style="text-align: center;">Raw Signal TA6</p> 	<p style="text-align: center;">Windowing TA6</p> 
<p style="text-align: center;">Spektrum Kurva H/V TA6</p>  <p style="text-align: center;"><i>Flat H/V Ratio Curves [on rock]</i></p>	<p> Nilai $f_o=1.35414$ Hz Elevasi =128 m Average H/V=2.45575 Nilai $I_w= 50, n_c=200$ <i>Criteria for a reliable H/V curve $f_o > \frac{10}{I_w}$, $n_c (f_o)>200, \sigma_A (f) < \log_{10}(2)$</i> Nilai frekuensi tinggi </p>
<p style="text-align: center;">Raw Signal TA7</p> 	<p style="text-align: center;">Windowing TA7</p> 
<p style="text-align: center;">Spektrum Kurva H/V TA7</p>  <p style="text-align: center;"><i>Flat H/V Ratio Curves [on rock]</i></p>	<p> Nilai $f_o=2.83928$ Hz Elevasi =109 m Average H/V=1.13649 Nilai $I_w= 50, n_c=200$ <i>Criteria for a reliable H/V curve $f_o > \frac{10}{I_w}$, $n_c (f_o)>200, \sigma_A (f) < \log_{10}(2)$</i> Nilai frekuensi tinggi </p>

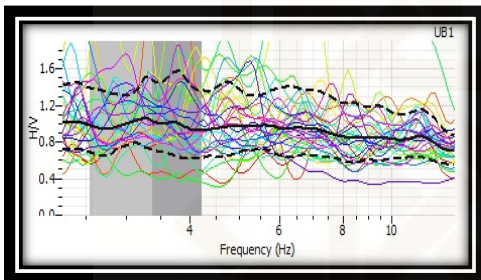
Raw Signal TA8



Windowing TA8



Spektrum Kurva H/V TA8



Flat H/V Ratio Curves [on rock]

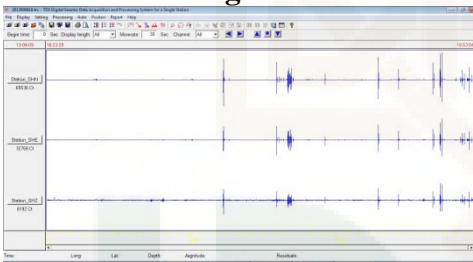
Nilai $f_o=3.80198$ Hz
 Elevasi =122 m
 Average H/V=1.08434

Nilai $I_w= 50, n_c=200$

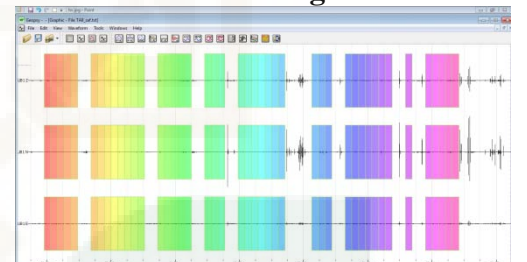
*Criteria for a reliable H/V curve $f_o > \frac{10}{I_w}$,
 $n_c (f_o) > 200, \sigma_A (f) < \log_{10}(2)$*

Nilai frekuensi tinggi

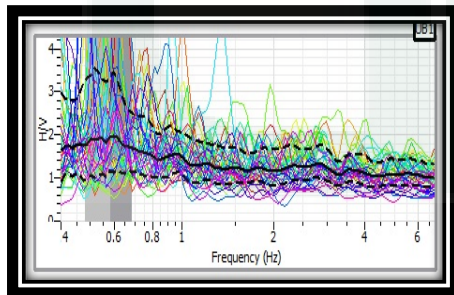
Raw Signal TA9



Windowing TA9



Spektrum Kurva H/V TA9



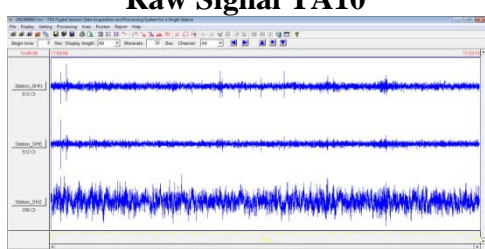
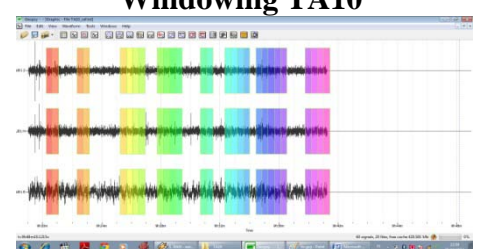
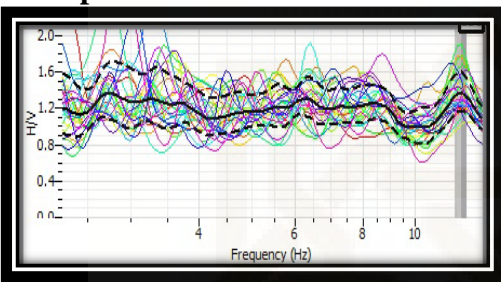
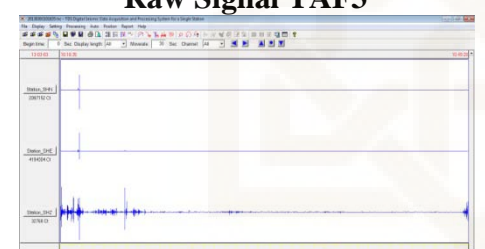
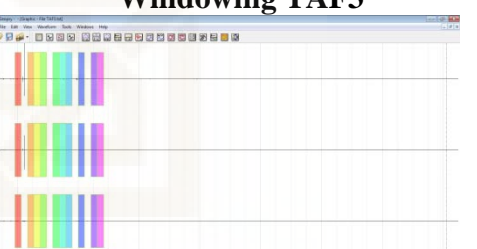
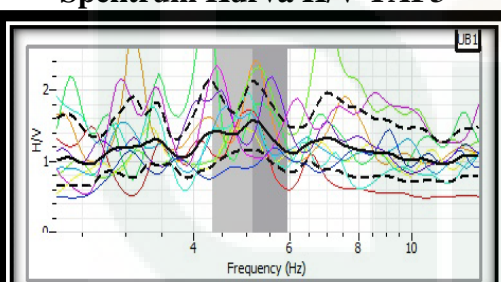
Flat H/V Ratio Curves [on sediments]

Nilai $f_o=0.549851$ Hz
 Elevasi =118 m
 Average H/V=2.26068

Nilai $I_w= 20, n_c=200$

*Criteria for a reliable H/V curve $f_o > \frac{10}{I_w}$,
 $n_c (f_o) > 200, \sigma_A (f) < \log_{10}(2)$*

($F < 1.0$ Hz) termasuk dalam frekuensi rendah

<p style="text-align: center;">Raw Signal TA10</p> 	<p style="text-align: center;">Windowing TA10</p> 
<p style="text-align: center;">Spektrum Kurva H/V TA10</p>  <p style="text-align: center;"><i>Flat H/V Ratio Curves [on rock]</i></p>	<p> Nilai $f_o=12.1674$ Hz Elevasi =96 m Average H/V=1.35325 Nilai $I_w=20, n_c=200$ Criteria for a reliable H/V curve $f_o > \frac{10}{I_w}, n_c(f_o) > 200, \sigma_A(f) < \log_{10}(2)$ Nilai frekuensi tinggi </p>
<p style="text-align: center;">Raw Signal TAF3</p> 	<p style="text-align: center;">Windowing TAF3</p> 
<p style="text-align: center;">Spektrum Kurva H/V TAF3</p>  <p style="text-align: center;"><i>Flat H/V Ratio Curves [on rock]</i></p>	<p> Nilai $f_o=5.39025$ Hz Elevasi =120 m Average H/V=1.21262 Nilai $I_w=20, n_c=200$ Criteria for a reliable H/V curve $f_o > \frac{10}{I_w}, n_c(f_o) > 200, \sigma_A(f) < \log_{10}(2)$ Nilai frekuensi tinggi </p>

Keterangan:

I_w = minimum windowing picking gelombang

σ_A = standart deviasi

n_c = besarnya total windowing dan picking gelombang

f_o = frekuensi dominan

LAMPIRAN 10

Foto-foto lokasi dan pengambilan data lapangan sebagai berikut :



