

**MIKROZONASI MULTIDISASTER DAERAH SEKITAR  
WADUK SERMO BERBASIS ANALISIS KEPUTUSAN  
MULTIKRITERIA SIMPLE ADDITIVE WEIGHT  
(SAW) BERDASARKAN PENGUKURAN  
MIKROTREMOR**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-1

Program studi Fisika



Diajukan oleh  
Herawati  
10620002

Kepada

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



## PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1774/2014

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul

: Mikrozonasi Multidisaster Daerah Sekitar Waduk Sermo  
Berbasis Analisis Keputusan *Multikriteria Simple Additive Weight* (SAW) Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : Herawati

NIM : 10620002

Telah dimunaqasyahkan pada : 06 Juni 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

Penguji I

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

Penguji II

Retno Rahmawati, M.Si  
NIP. 19821116 200901 2 006

Yogyakarta, 20 Juni 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 : Herawati

NIM : 10620002

Judul Skripsi : *Mikrozonasi Multidisaster Daerah Sekitar Waduk Sermo Berbasis Analisis Keputusan Multikriteria Simple Additive Weight (SAW) 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 ucapan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 2 Juni 2014

Pembimbing I

Nugroho Budi Wibowo, M.Si.  
NIP. 19840223 200801 1 001

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 28 Mei 2014

Yang menyatakan



## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan bahwa:

Nama : Herawati  
NIM. : 10620002  
Program Studi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

menggunakan jilbab dalam foto ijazah/ akta. Oleh karena itu saya tidak akan menuntut kepada pihak UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta apabila dikemudian hari ada sesuatu yang berhubungan dengan hal tersebut.

Yogyakarta, 30 Mei 2014

Yang Menyatakan



Herawati  
NIM. 10620002

## **MOTTO**

“..... maka berdirilah,  
niscaya Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu,  
dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.  
Dan Allah Maha Mengetahui apa yang kamu kerjakan.”  
(Q.S. al-Mujadilah: 11).

“*Fikirkan*”  
“*Rencanakan*”  
“*Lakukan*”



## PERSEMBAHAN

Laporan penelitian kecil ini saya persembahkan untuk

- ▲ Mamah, Bapak, Teteh, Aa, Adek - adek dan keponakan tersayang yang senantiasa mengirimkan untayan doa - doanya.
- ▲ Keluarga besar Ibu dan Bapak Sigit Sutopo.
- ▲ Teman - teman Fisika 2010 (Nur, Dwi nj, Aya, Umi Fitri, Fikih Ami Ina, Frisca, Noona Nana, Hanny, Antik, Fuad Ndut, Ary, Bang Ahsin, Sidiq, Kukuh, Irul, Luthpi, Bambang, Alaika, Dany, Yarie).
- ▲ Teman - teman kontrakan, Uwi, Ary, dan Ayu yang selalu menemani dalam suka maupun duka.
- ▲ Almamaterku tercinta khususnya Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga.
- ▲ Pemerintah Daerah Kabupaten Sukabumi.
- ▲ Seseorang yang mengisi hati saya.

## KATA PENGANTAR



Segala puji hanyalah milik Allah SWT. Allah Yang maha Pengasih dan Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah – Nya kepada kita semua sehingga saat ini kita masih dapat merasakan nikmat Iman, Islam dan Ihsan. Shalawat dan salam semoga terlimpah curahkan kepada Junjungan kita yakni Nabi Muhammad SAW., Nabi pendobrak kebatilan yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan kezaman yang terang benderang seperti sekarang, dan tidak lupa juga kepada keluarganya, para Sahabatnya, Tabi'in Wattabi'at dan sampai kepada kita selaku umatnya yang semoga mendapat safaatnya di yaumil kiamah kelak. (*Amin*)

Dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan skripsi yang berjudul "***Mikrozonasi Multidisaster Daerah Sekitar Waduk Sermo Berbasis Analisis Keputusan Multikriteria Simple Additive Weight (SAW) Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor***" untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana strata satu di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Penyusunan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Musya Asy'arie, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak 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 Thaqibul Fikri N, M.Si dan Bapak Nugroho Budi Wibowo, M.Si. selaku pembimbing yang dengan sabar mengoreksi dan memberikan masukannya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat pada waktunya.
5. Ibu Retno Rahmawati, M.Si sebagai dosen penasehat akademik yang senantiasa membimbing dengan sabar selama perkuliahan.
6. Semua staf Tata Usaha dan karyawan di lingkungan Fakultas sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan Semua Staff Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesaikannya skripsi ini.
7. Teman – teman yang mengambil matakuliah Topik Khusus Fisika Bumi yang telah memberikan kontribusi positif dalam penyusunan laporan penelitian ini.
8. Teman – teman Fisika angkatan 2010 yang telah memberikan masukan – masukan positif selama penyusunan laporan penelitian ini.
9. Keluarga besar bidang minat Geofisika
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan, namun penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca dan seluruh praktisi yang berhubungan dengan skripsi ini (*Amin Ya Allah YaRabbalA'Lamin*).

Yogyakarta, 30 Mei 2014

Penulis

Herawati

**MIKROZONASI MULTIDISASTER DAERAH SEKITAR WADUK SERMO  
BERBASIS ANALISIS KEPUTUSAN MULTIKRITERIA SIMPLE ADDITIVE  
WEIGHT (SAW) BERDASARKAN PENGUKURAN MIKROTREMOR**

Herawati  
10620002

**INTISARI**

Telah dilakukan penelitian di daerah sekitar waduk Sermo berdasarkan pengukuran mikrotremor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *mikrozonasi* bahaya *multidisaster* yang terdiri dari bahaya seismik dan bahaya longsor di daerah sekitar waduk Sermo sehingga dapat digunakan untuk mendukung upaya – upaya pengurangan risiko akibat bencana tersebut.

Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan Seismograf TDL 303S pada 26 titik pengukuran dengan spasi antar titik pengukuran 500 m. Data hasil pengukuran di analisis menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSR) untuk mendapatkan frekuensi dominan dan amplitudo. Penentuan daerah bahaya longsor, bahaya seismik dan bahaya *multidisaster* ditentukan berdasarkan analisis keputusan multikriteria *simple additive weight* (SAW) dengan atribut yang dipilih adalah *ground shear strain*, indeks kerentanan seismik, percepatan tanah, magnitude gempabumi, geologi dan kemiringan lereng.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, kerentanan bahaya longsor paling tinggi berada pada daerah titik pengukuran 26 dengan skor total pembobotan antara 0,882 sampai dengan 0,99, kerentanan bahaya seismik paling tinggi dengan kriteria kerentanan sedang berada pada daerah titik pengukuran 26 dengan skor total pembobotan antara 0,775 sampai dengan 0,881. Sedangkan kerentanan bahaya *multidisaster* paling tinggi berada pada daerah titik pengukuran 26 juga dengan skor total pembobotan antara 12,25 sampai dengan 16. titik pengukuran 26 adalah titik pengukuran yang berada di Dusun Klepu bagian Timur.

**Kata Kunci :** HVSR, mikrotremor, *mikrozonasi*, SAW

**MULTI-DISASTER MICROZONATION OF AREA AROUND SERMO DAM  
BASED ON SIMPLE ADDITIVE WEIGHT (SAW) MULTI-CRITERIA  
DECISION ANALYSIS USING MICROTREMOR MEASUREMENT**

Herawati  
10620002

**ABSTRACT**

A study was conducted in the area around Sermo dam based on micro-tremor measurement. This study was aimed to discover the microzonation of multi-disaster danger which consisted of seismic hazard and landslide hazard in the area around Sermo dam so that it can be used to support disaster risk reduction efforts.

Data collection was performed using TDL 303S Seismograph on 26 measurement points with 500 m space between measurement points. Data from measurement was analyzed using Horizontal to Vertical Spectral Ration (HVSR) method to obtain dominant frequency and amplitude. Determination of landslide hazard, seismic hazard and multi-disaster hazard areas was based on simple-additive weight (SAW) multi-criteria decision analysis with the following selected attributes: ground shear strain, seismic vulnerability index, ground acceleration, earthquake magnitude, geology and slope.

Based on the result, the highest landslip vulnerability was in measurement point area 26 with total weighted score between 0,882 to 0,99, highest seismic vulnerability with medium vulnerability in measurement point area 26 with total weighted score between 0,775 to 0,881. While the highest multi-disaster vulnerability was also in measurement point area 26 with total weighted score between 12,25 to 16. Measurement point 26 is measurement point in eastern Klepu Hamet.

Keywords: HVSR, microtremor, microzonation, SAW

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN .....</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>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	vi
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	vii
<b>INTISARI .....</b>	x
<b>ABSTRACT .....</b>	xi
<b>DAFTAR ISI .....</b>	xii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xv
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Batasan Masalah .....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	8
2.1 Studi Pustaka .....	8

2.2 Geologi Daerah Sekitar Waduk Sermo .....	9
2.3 Tanah Longsor .....	13
2.4 Gempabumi .....	15
2.4.1 Pengertian Gempabumi .....	15
2.4.2 Penyebab Terjadinya Gempabumi .....	15
2.4.3 Faktor Yang Mempengaruhi Besar Kecilnya Gempabumi .	17
2.4.4 Klasifikasi Gempabumi .....	18
2.5 Gelombang Seismik .....	20
2.5.1 Gelombang Badan/ <i>Body Wave</i> .....	24
2.5.2 Gelombang Permukaan/ <i>Surface Wave</i> .....	26
2.6 Magnitude Gempa .....	27
2.7 Lereng .....	28
2.8 Mikrotremor .....	29
2.9 Indeks Kerentanan Seismik (Kg) .....	32
2.10 <i>Ground Shear Strain</i> .....	35
2.11 percepatan Getaran Tanah Maksimum (PGA) .....	36
2.12 Analisis Keputusan Multikriteria .....	42
2.13 Distribusi Frekuensi .....	45
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>47</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	47
3.2 Alat dan Bahan penelitian .....	48
3.2.1 Alat Penelitian .....	48

3.2.2 Bahan Penelitian .....	49
3.3 Metode Penelitian .....	50
3.3.1 Diagram Alir Penelitian .....	50
3.3.2 Tahapan Pengambilan Data .....	51
3.3.3 Tahapan Pengolahan Data .....	55
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>61</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	61
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian .....	71
4.2.1 <i>Mikrozonasi</i> Tingkat Kerawanan Bahaya Longsor .....	71
4.2.2 <i>Mikrozonasi</i> Tingkat kerawanan Bahaya Seismik .....	75
4.2.3 <i>Mikrozonasi</i> Tingkat Kerawanan Bahaya <i>Multidisaster</i> ....	79
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>81</b>
5.1 Keimpulan .....	81
5.2 Saran .....	82
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>83</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>86</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Banyaknya bencana alam menurut jenisnya di Kecamatan Kokap .	4
 Tabel 2.1 Penelitian yang relevan dengan penelitian di daerah sekitar waduk Sermo .....	8
 Tabel 2.2 Formasi batuan dengan kandungan batuan dan usia serta tebal formasi di daerah waduk Sermo .....	13
 Tabel 2.3 Pembagian zona seismisitas berdasarkan nilai magnitude gempa ..	28
 Tabel 2.4 Klasifikasi lerengberdasarkan kemiringannya .....	29
 Tabel 2.5 Tingkat <i>strain</i> dan dinamika tanah .....	35
 Tabel 2.6 Klasifikasi tanah Kanai dan Tanaka .....	37
 Tabel 2.7 Tingkat resiko gempabumi berdasarkan nilai percepatan getaran tanah maksimum .....	40
 Tabel 2.8 Skala MMI ( <i>Modified Mercalli Intensity</i> ) .....	41
 Tabel 3.1 Penentuan nilai bobot dan ranking atribut mikrozonasi tingkat kerawanan bahaya longsor .....	57
 Tabel 3.2 Penentuan nilai bobot dan ranking atribut mikrozonasi tingkat kerawanan bahaya seismik .....	60
 Tabel 4.1 Data hasil perhitungan indeks kerentanan seismik (Kg) disetiap titik pengukuran .....	61
 Tabel 4.2 Data hasil analisis magnitude gempabumi disetiap titik pengukuran .....	62
 Tabel 4.3 Data hasil perhitungan percepatan tanah (PGA) disetiap titik	

pengukuran .....	64
Tabel 4.4 Data Hasil perhitungan <i>ground shear strain</i> disetiap titik pengukuran .....	65
Tabel 4.5 Data hasil analisis kemiringan lereng disetiap titik pengukuran ....	66
Tabel 4.6 Hasil pembobotan tingkat kerawanan bahaya longsor di daerah sekitar waduk Sermo .....	68
Tabel 4.7 Hasil pembobotan tingkat kerawanan bahaya seismik di daerah sekitar waduk Sermo .....	69
Tabel 4.8 Hasil pembobotan tingkat kerawanan bahaya <i>multidisaster</i> di daerah sekitar waduk Sermo .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Tektonik kepulauan Indonesia .....	1
Gambar 1.2 Posisi waduk Sermo di Kecamatan Kokap .....	3
Gambar 2.1 Gerakan lempeng bumi .....	16
Gambar 2.2 Ilustrasi gerak gelombang primer (P) .....	25
Gambar 2.3 Ilustrasi gerak gelombang sekunder (S) .....	25
Gambar 2.4 Ilustrasi gerak gelombang <i>rayleigh</i> .....	26
Gambar 2.5 Ilustrasi gerak gelombang <i>love</i> .....	27
Gambar 2.6 Model cekungan yang berisi material sedimen halus .....	30
Gambar 2.7 Deformasi regangan pada permukaan tanah .....	33
Gambar 3.1 Daerah tempat penelitian (yang diarsir) berada pada zona 1 .....	47
Gambar 3.2 Satu set Seismograf TDL-303S .....	48
Gambar 3.3 Peta geologi regional lembar Yogyakarta .....	49
Gambar 3.4 Diagram alir penelitian .....	50
Gambar 3.5 Diagram alir pembuatan desain lintasan penelitian .....	51
Gambar 3.6 Titik – titik lokasi penelitian .....	52
Gambar 4.1 <i>Mikrozonasi</i> indeks kerentanan seismik (Kg) di sekitar waduk Sermo .....	62
Gambar 4.2 Sebaran gempabumi di Kabupaten Kulonprogo .....	63
Gambar 4.3 <i>Mikrozonasi</i> percepatan tanah (PGA) di sekitar waduk Sermo ..	65
Gambar 4.4 <i>Mikrozonasi ground shear strain</i> di sekitar waduk Sermo .....	66

Gambar 4.5 <i>Mikrozonasi</i> kemiringan lereng di sekitar waduk Sermo .....	67
Gambar 4.6 <i>Mikrozonasi</i> tingkat kerawanan bahaya longsor di sekitar waduk Sermo .....	68
Gambar 4.7 <i>Mikrozonasi</i> tingkat kerawanan bahaya seismik di sekitar waduk Sermo .....	69
Gambar 4.8 <i>Mikrozonasi</i> tingkat kerawanan bahaya <i>multidisaster</i> di sekitar waduk Sermo .....	70
Gambar 4.9 Peta geologi daerah penelitian .....	73
Gambar 4.10 Contoh jenis batuan di daerah penelitian .....	73
Gambar 4. 11 Penurunan tanah di daerah sekitar waduk Sermo .....	75

## **DAFTAR LAMPIRAN**

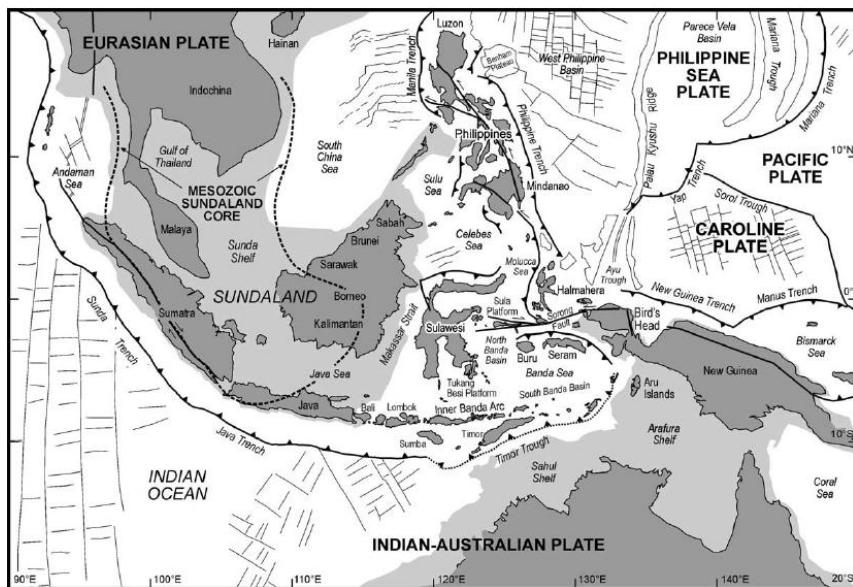
Lampiran 1 Data hasil pengukuran .....	86
Lampiran 2 Data hasil perhitungan .....	88
Lampiran 3 Contoh perhitungan pada titik pengukuran 1 .....	90
Lampiran 4 Pembobotan tingkat kerawanan .....	92
Lampiran 5 Pengolahan data mikrotremor .....	104
Lampiran 6 Technical Indicator Digital Portable Seismograph Tipe Tdl-303s	110
Lampiran 7 Tabel pengambilan data mikrotremor .....	113
Lampiran 8 Dokumentasi penelitian .....	114
Lampiran 9 Contoh hasil pengolahan data mikrotremor .....	116

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang Masalah

Bencana alam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam (BNPB, 2013). Indonesia pada khususnya adalah negara yang memiliki potensi bencana yang sangat besar. Bencana ini terjadi karena berbagai sebab di antaranya wilayah Indonesia berada diantara tiga lempeng besar dunia yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Pasifik.



Gambar 1.1 Tektonik Kepulauan Indonesia (Hall,2002)

Pergerakan lempeng samudera dan benua dalam bentuk tumbukan dan gesekan menimbulkan beberapa zona subduksi dan patahan permukaan. Pergerakan ini akan membebaskan sejumlah energi yang telah terkumpul sekian lama secara tiba – tiba, di mana proses pelepasan tersebut menimbulkan getaran

gempabumi dengan nilai yang beragam (Kertapati, 2006), peristiwa ini disebut dengan gempabumi tektonik.

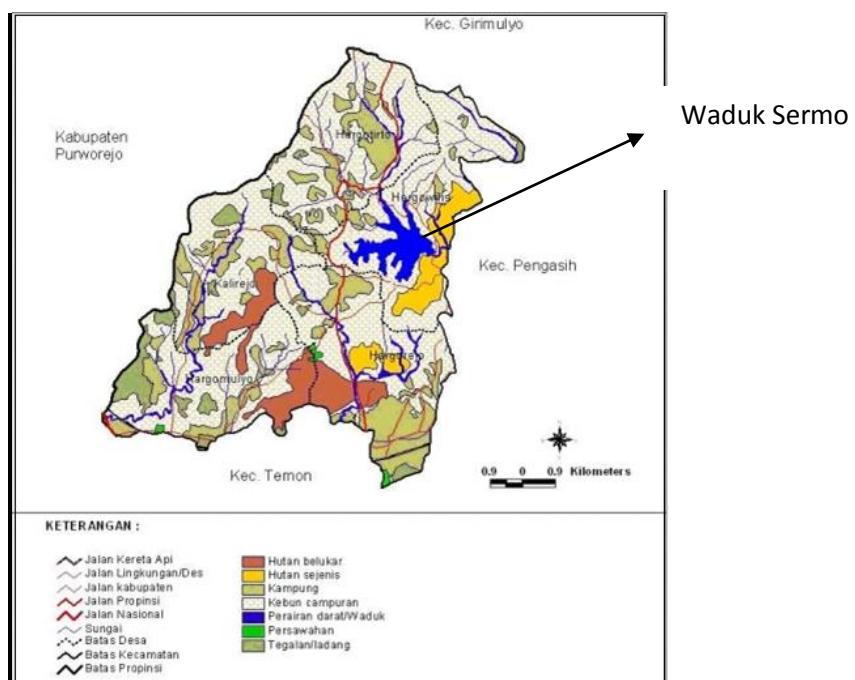
Selain itu, pergerakan lempeng menyebabkan terbentuknya gunung api dan palung laut. Gunung - gunung api dan palung laut ini membentuk lingkaran api Pasifik atau cincin api Pasifik (*Ring of Fire*). Disebut cincin api Pasifik karena merupakan barisan gunung api yang mengelilingi Samudra Pasifik. Aktivitas gunung api ini menyebabkan terjadinya gempa vulkanik. Kemudian Iklim di Indonesia menyebabkan angin musim yang kadang-kadang bisa terjadi angin topan, sedangkan curah hujan yang terjadi menyebabkan banjir dan tanah longsor.

Yogyakarta pada khususnya merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki kondisi alam yang variatif sehingga menyebabkan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta mempunyai potensi yang bervariasi pula, baik potensi sumberdaya maupun potensi bencana. Secara fisiografis, bencana alam yang mengancam Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dapat dibagi menjadi tiga macam, yaitu bencana berasal dari Gunung api Merapi, bencana longsor lahan dan erosi, bencana banjir serta gempabumi.

Salah satu daerah yang rawan bencana alam di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah Kulonprogo. Kulonprogo termasuk wilayah pesisir selatan Pulau Jawa yang merupakan kawasan prioritas dengan risiko tsunami tinggi karena di selatan Pulau Jawa terdapat zona penunjaman, yaitu segmen Jawa dari Busur Sunda yang memanjang dari Selat Sunda sampai Cekungan Bali di Timur. Kemudian topografi Kulonprogo yang bervariasi dengan ketinggian antara 0 -

1000 meter di atas permukaan air laut menyebabkan Kulonprogo menjadi kawasan rawan bencana tanah longsor.

Di Kabupaten Kulonprogo khususnya kecamatan Kokap Kelurahan Hargo Wilis terdapat sebuah waduk yang bernama waduk Sermo. Waduk tersebut dimanfaatkan sebagai sumber air bersih oleh Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) dan untuk air irigasi yang mengairi sawah di daerah Wates dan sekitarnya. Waduk ini terletak di Daerah Aliran Sungai (DAS) Ngrancah yang dibentuk oleh lereng perbukitan yang agak curam pada elevasi antara 90 sampai 650 meter di atas permukaan laut (Beny dkk, 2009).



**Gambar 1.2** Posisi waduk Sermo di Kecamatan Kokap  
(<http://www.kulonprogokab.go.id>)

Struktur geologi yang dapat diamati di daerah waduk Sermo meliputi sesar, kekar, dan potensi longsoran. Sesar yang dapat diamati berupa sesar normal, dimana sesar ini dapat terpicu oleh gempabumi yang terjadi disekitarnya sehingga

menimbulkan bahaya seismik di daerah sekitar waduk Sermo. Struktur kekar yang dapat diamati adalah kekar yang membentuk pasangan kekar (*joint set*). Kemudian longsoran yang terdapat di daerah waduk Sermo meliputi beberapa jenis longsoran seperti longsoran masa tanah, runtuhan batu/masa tanah, dan longsoran lumpur. Menurut informasi dari Katalog BPS/ *BPS Catalogue* : 1403.3401.080 Kecamatan Kokap Dalam Angka *Kokap Sub-District In Figures* 2009 menyebutkan bahwa di Kelurahan Hargo Wilis dimana waduk Sermo berada merupakan daerah yang sering mengalami bencana longsor dibanding daerah lain di Kecamatan kokap.

**Tabel 1.1** Banyaknya bencana alam menurut jenisnya di Kecamatan Kokap

Nama Desa <i>Vilage</i>	Tanah Longsor <i>Lands Lides</i>	Kecelakaan <i>Accident</i>	Kebakaran <i>Fire</i>	Lainnya <i>Another</i>
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1.Hargo Mulyo	3	2	-	-
2.Hargo Rejo	9	2	-	-
3.Hargo Wilis	23	-	1	-
4.Kalirejo	17	9	4	-
5.Hargo Tирто	10	1	2	-
Jumlah/ <i>Total</i>	Tahun 2006	62	14	7
	Tahun 2007	29	29	-

Sumber : Data Sosial Budaya Kantor Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo

Dari beberapa informasi di atas dapat diperkirakan bahwasannya daerah sekitar waduk merupakan daerah yang rawan terjadi bencana longsor dan bencana seismik, dimana besarnya potensi bencana ini tidak disertai dengan kesiapan masyarakat dan pemerintah dalam menghadapinya. Walaupun pada dasarnya

bencana itu datangnya dari Allah SWT sebagaimana firman – Nya dalam Q.S At – Taghabun ayat 11, namun tugas kita sebagai orang Mukmin dalam menghadapi bencana ini adalah dengan berusaha menolak atau menghindari bencana tersebut sambil bertawakal kepada Allah SWT (Ash – Shiddieqy, 1973).

مَا أَصَابَ مِنْ مُّصِيبَةٍ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ وَمَنْ يُؤْمِنْ بِاللَّهِ يَهْدِ قَلْبَهُ وَاللَّهُ يَعْلَمُ كُلَّ شَيْءٍ عَلِيمٌ

Artinya: Tidak ada suatu musibah yang menimpa (seseorang), kecuali dengan ijin Allah; dan barang siapa beriman kepada Allah, niscaya Allah akan memberi petunjuk kepada hatinya. dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu (QS. al-Taghabun (64): 11) (Al – Huda, 2011).

Dengan adanya hal tersebut maka perlu diadakan suatu tindakan pencegahan untuk meminimalisir dampak yang ditimbulkan melalui kegiatan pengkajian karakteristik kebencanaan disuatu wilayah yang nantinya diaplikasikan dalam pemilihan metode dan kebijakan penanganan resiko bencana.

Pada kajian ini akan disusun model peta mikrozonasi *multidisaster* yang difokuskan pada bencana bahaya seismik dan bahaya longsor di daerah sekitar waduk Sermo berbasis analisis keputusan multikriteria *simple additive weight* (SAW) berdasarkan pengukuran mikrotremor. Pengkajian dua macam bencana ini berdasarkan pada pengukuran Mikrotremor, data rekaman gempabumi tahun 2006 – 2013, analisis geologi dan lereng. Analisa pengukuran mikrotremor dilakukan dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectrum Ratio*), dimana metode HVSR ini merupakan salah satu cara paling mudah dan paling murah untuk memahami sifat struktur lapisan bawah permukaan tanpa menyebabkan gangguan pada struktur tersebut (BMKG, 2010). Sedangkan untuk

estimasi bencana digunakan analisis keputusan multikriteria *simple additive weight* (SAW).

Metoda SAW ini berdasarkan konsep pembobotan rata–rata. Pembuat keputusan secara langsung menentukan bobot ”kepentingan relatif” pada masing–masing peta tematik. Total nilai masing–masing alternatif didapatkan dengan mengalikan bobot yang ditentukan untuk masing–masing atribut dan menjumlahkan hasil atribut–atribut tersebut. Menurut *Thill* saat skor keseluruhan semua alternatif dihitung, alternatif dengan nilai tertinggi akan dipilih.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut.

- a. Bagaimana *mikrozonasi* tingkat kerawanan bahaya longsor di daerah sekitar waduk Sermo?
- b. Bagaimana *mikrozonasi* tingkat kerawanan bahaya seismik di daerah sekitar waduk Sermo?
- c. Bagaimana *mikrozonasi multidisaster* di daerah sekitar waduk Sermo?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah sebagai berikut.

- a. Mengetahui *mikrozonasi* tingkat kerawanan bahaya longsor di daerah sekitar waduk Sermo.
- b. Mengetahui *mikrozonasi* tingkat kerawanan bahaya seismik di daerah sekitar waduk Sermo.

- c. Mengetahui *mikrozonasi multidisaster* di daerah sekitar waduk Sermo.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam pengeraannya untuk batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Area penelitian adalah kawasan waduk Sermo seluas 3,240 Km<sup>2</sup>. Area ini merupakan area curam yang mengelilingi waduk Sermo dan terdapat sesar sehingga potensi *multidisaster* di sekitar area ini diperkirakan besar.
- b. Parameter untuk penentuan *multidisaster* berdasarkan pada indeks kerentanan seismik ( $K_g$ ), *ground shear strain* ( $\gamma$ ), percepatan tanah maksimum ( $a_g$ ), magnitude gempa, geologi daerah penelitian, dan kemiringan lereng.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Manfaat bagi dunia pendidikan

Memberi informasi kepada peneliti lain mengenai kajian penelitian yang dilakukan dengan harapan peneliti lain dapat mengembangkan penelitian ini ke arah yang lebih baik.

- b. Manfaat bagi pemerintah dan masyarakat

Diharapkan dari penelitian ini adalah tersedianya *mikrozonasi multidisaster* daerah sekitar waduk Sermo yang dapat digunakan untuk mendukung upaya – upaya pengurangan risiko akibat bencana tersebut.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian “*Mikrozonasi Multidisaster* Daerah Sekitar Waduk Sermo Berbasis Analisis Keputusan Multikriteria Simple Additive Weight (SAW) Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor”, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) *Mikrozonasi* tingkat kerawanan bahaya longsor di daerah sekitar waduk sermo terbagi kedalam tiga tingkat kerentanan yaitu kerentanan rendah, sedang dan tinggi. Kerentanan rendah dengan skor total pembobotan 0,668 sampai dengan 0,774 berada pada titik pengukuran 5, 8, dan 9. Kerentanan tinggi dengan skor total 0,882 sampai dengan 0,99 terdapat pada titik pengukuran 26 yang berada di dusun Klepu bagian timur, sedangkan sisanya berada pada tingkat kerentanan sedang dengan skor total pembobotan berada di antara 0,775 sampai dengan 0,881.
- 2) *Mikrozonasi* tingkat kerawanan bahaya seismik di daerah sekitar waduk sermo terbagi kedalam tiga tingkat kerentanan yaitu kerentanan sangat rendah, rendah dan sedang. Kerentanan sangat rendah memiliki skor total pembobotan antara 0,561 sampai dengan 0,667 berada pada titik pengukuran 1, 11, 15, 16 dan 20. Kerentanan sedang memiliki skor total pembobotan antara 0,775 sampai dengan 0,881 berada pada titik pengukuran 26 sedangkan sisanya berada pada tingkat kerentanan rendah dengan skor total pembobotan berada di antara 0,668 sampai dengan 774

3) *Mikrozonasi multidisaster* di daerah sekitar waduk Sermo berturut –turut berada pada kerentanan sangat rendah, rendah dan tinggi. kerentanan sangat rendah berada pada titik pengukuran 1, 5, 8, 9, 11, 15, 16, dan 20 dengan skor total pembobotan antara 1 sampai dengan 4,74. Kerentanan tinggi berada pada titik pengukuran 26 dengan skor total pembobotan antara 12,25 sampai dengan 16, sedangkan sisanya berada pada kerentanan rendah dengan skor total pembobotan antara 4,75 sampai dengan 8,49.

## 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan survey lanjutan dengan area yang lebih luas terutama untuk analisis bahaya longsor di Kecamatan Kokap
2. Pembobotan dapat dilakukan dengan metode AHP (*Analytic Hierarchy Process*)

## DAFTAR PUSTAKA

- Al – Huda, Kelompok Gema Insani. 2011. Al – Qur'an Tiga Bahasa. Depok : Al-Huda
- Arsyad, Sitanala. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : IPB Press.
- Ash – Shiddieqy, Hasbi. 1973. *Tafsir Al-Qur-anul Majied "AN-Nur"*. Edisi pertama, Jakarta : Bulan Bintang.
- Ayu Algaly, Tissia. 2013. *Perhitungan Tingkat Kerusakan Gempabumi dengan Metode HVSR Berdasarkan Nilai Amplifikasi dan Indeks Kerentanan Seismik di Jiw Timur, Bayat, Klaten, Jawa Tengah*. (Skripsi), Program Studi Geofisika, FMIPA, UGM.
- Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2014. *Gempabumi*. Diakses 6 Mei 2014 dari [www.bmkg.go.id](http://www.bmkg.go.id)
- Beny dkk. 2009. *Penelitian Pendahuluan Dalam Rangka Melihat Kondisi Potensi Lahan Di SUB DAS Ngrancah, DAS Serang Bagi Pengembangan Pengelolaan DAS Di DTW. Sermo, Kabupaten Kulon Progo*. Diakses 6 Februari 2014 dari [www.scribd.com](http://www.scribd.com)
- BMKG. 2010. *Kajian Kerawanan Bahaya Gempabumi Di Kabupaten Bantul DIY*. (Laporan Hasil Pekerjaan), Pusat Penelitian Dan Pengembangan Badan Meteorologi klimatologi Dan Geofisika.
- BNPB. 2013. *Kebencanaan*. Diakses 20 Maret 2013 dari <http://www.bnrb.go.id>
- Budianta, W. 2000. *Pengaruh Kondisi Hidrologi dan Sanitasi Lingkungan Terhadap Tingkat Kandungan Bakteri Coli Pada Air Tanah Dangkal di Kotamadya Yogyakarta dan Sekitarnya*. (Skripsi), Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, UGM
- Edwiza, Daz dan Sri Novita, 2008, Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Seismik Kota Padang Panjang Menggunakan Metoda Kannai, Repository Universitas Andalas, Padang.
- Elnashai, S.A. dan Sarno, D.L. 2008. *Fundamental of Earthquake Engineering*. Wiley. Hongkong.
- Ettwein.V and Maslin.M. 2011. *Physical Geography: Fundamentals Of The Physical Environment*. London : University of London International Programmes
- Farid, Muhammad dkk. 2012. *Pemetaan Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Kerentanan Seismik Akibat Gempabumi untuk Mendukung Rencana Tata Ruang dan Wilayah (RTRW) Kota Bengkulu*. Fisika, FMIPA, Universitas bengkulu.
- Gadallah, R.M dan Fisher, R. 2009. *Exploration Geophysics*. Springer. Berlin
- Hadi, Sutrisno. 1998. *Statistik Jilid 1*. Yogyakarta : ANDI

- Hall, R. 2002. *Cenozoic Geological and Plate Tectonic Evolution of SE Asia and The SW Pacific : Computer-Based Reconstructions, Model and Animations*, Journal of Asian Earth Sciences 20 (2002) 353-431
- Herry, Januar. 2009. *Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta Dan Sekitarnya*. (Tesis), Program Magister Teknik Geodesi dan Geomatika Bidang Pengutamaan Sistem Informasi Mitigasi Bencana, Institut Teknologi Bandung.
- Hilman Saputra, Anton. 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.
- Ibrahim, Gunawan dan Subardjo. 2005. *Pengetahuan Seismologi*. Jakarta : Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Kertapati, E. K., 2006, Aktivitas Gempabumi di Indonesia: Perspektif Regional pada Karakteristik Gempabumi Merusak, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Pusat Survei Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Labertta, Septian. 2013. *Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Analisis Mikrotremor di Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta*. (Skripsi), Program Studi Fisika, FMIPA, UNY.
- Nakamura, Y.,1989. *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface*, Quarterly Report of RTRI, Railway Technical Research Institute(RTRI), 1989,Vol. 30, No.1.
- Nakamura, Y.2008. *on The H/V spectrum*. Beijing : The 14 th Word Conference on Earthquake Engineering
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 2014. *Gerakan Lempeng Bumi*. Diakses 2 Mei 2014 dari [oceanexplorer.noaa.gov](http://oceanexplorer.noaa.gov)
- Pemerintah Kabupaten Blitar. 2013. Tanah Longsor. Diakses 3 Mei 2014 dari [www.blitarkab.go.id](http://www.blitarkab.go.id)
- Raharjo. W, Sukandar. R, Rosidi H.M.D. 1995. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Refrizon dkk. 2013. *Analisis Percepatan Getaran Tanah Maksimum dan Tingkat Kerentanan Seismik Daerah Ratu Agung Kota Bengkulu*. Proseding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Rosita D, Ella. 2013. *Analisis Ground Shear Strain di Wilayah Kecamatan Jetis Kabupaten Bantul Berdasarkan Pengukuran Mikrotremor*. (Skripsi), Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga.
- Sapiie, dkk, 2001, *Geologi Fisik*, ITB, Bandung.
- Setiawan, J.H., 2008, Mikrozonasi Seismisitas Daerah Yogyakarta dan Sekitarnya, Thesis Magister ITB, Bandung.

Sugiono dan Nazori. 2012. Model Peta Digital Rawan Sambaran Petir Dengan Menggunakan Metode Saw (Simple Additive Weighting) : Studi Kasus Propinsi Lampung. *Jurnal TELEMATIKA MKOM*, Vol.4 No.1, Maret 2012

Susilawati. 2008. *Penerapan Penjalaran Gelombang Seismik Gempa pada Penelaahan Struktur Bagian dalam Bumi*. Sumatra Utara. Universitas Sumatra Utara

Utama, Widya dkk. 2011. Application of Microtremor HVSR Method for Assessing Site Effect in Residual Soil Slope. *International Journal of Basic & Applied Sciences IJBAS – IJENS*. Vol. 11 No. 4 Agustus 2011 : 100 – 104.

**LAMPIRAN 1**  
**DATA HASIL PENGUKURAN**

Titik Pengukuran	Nama Dusun	Koordinat titik pengukuran ( <sup>o</sup> )		Frekuensi dominan $f_o$ (Hz)	Average H/V (A)	Data gempabumi Yogyakarta tahun 2006				Vs (m/s)			
		Latitude	Longitude			Koordinat ( <sup>o</sup> )		Kedalaman $d$ (Km)	Magnitude (SR)				
						Latitude	Longitude						
1	Tegiri	-7,82695	110,10103	4,66	1,46	-8,26	110,31	33	5,9	528,3731			
2	Gunung Rejo	-7,83097	110,09985	15,00	1,22	-8,26	110,31	33	5,9	579,5543			
3	Sermo Tengah	-7,83091	110,10999	7,29	1,69	-8,26	110,31	33	5,9	439,2488			
4	Sermo Tengah	-7,83103	110,10952	14,00	1,17	-8,26	110,31	33	5,9	458,5769			
5	Klepu	-7,83044	110,11387	15,00	3,93	-8,26	110,31	33	5,9	420,081			
6	Bibis	-7,83135	110,1265	12,63	1,26	-8,26	110,31	33	5,9	458,438			
7	Gunung Rejo	-7,83559	110,10044	8,96	2,11	-8,26	110,31	33	5,9	639,481			
8	Sambeng	-7,83676	110,10951	11,79	4,78	-8,26	110,31	33	5,9	555,6178			
9	Klepu	-7,83492	110,11409	5,35	1,64	-8,26	110,31	33	5,9	497,1322			
10	Sermo Lor	-7,81767	110,12315	3,54	1,59	-8,26	110,31	33	5,9	440,7974			
11	Sermo Lor	-7,82116	110,12403	2,88	1,20	-8,26	110,31	33	5,9	395,2445			
12	Sermo Lor	-7,82147	110,12666	15,00	2,07	-8,26	110,31	33	5,9	450,578			
13	Sermo Lor	-7,82616	110,12711	11,79	1,12	-8,26	110,31	33	5,9	440,568			
14	Sermo Lor	-7,8255	110,12434	15,00	4,43	-8,26	110,31	33	5,9	391,6716			
15	Sidowayah	-7,81252	110,11883	3,93	1,54	-8,26	110,31	33	5,9	481,8239			
16	Tegal Rejo	-7,81772	110,11681	4,83	1,91	-8,26	110,31	33	5,9	378,8642			
17	Tegal Rejo	-7,81275	110,11086	15,00	1,80	-8,26	110,31	33	5,9	456,0497			
18	Tegal Rejo	-7,81729	110,11024	15,00	4,20	-8,26	110,31	33	5,9	435,6421			
19	Tegal Rejo	-7,81688	110,11303	5,35	4,46	-8,26	110,31	33	5,9	406,5075			

20	Sermo Tengah	-7,82317	110,10538	3,67	1,97	-8,26	110,31	33	5,9	482,0793
21	Sermo Tengah	-7,82169	110,10963	14,49	4,17	-8,26	110,31	33	5,9	413,1591
22	Sermo Tengah	-7,82646	110,10695	9,93	4,53	-8,26	110,31	33	5,9	444,2531
23	Sermo Tengah	-7,824998	110,11038	5,00	1,98	-8,26	110,31	33	5,9	399,9789
24	Sermo Tengah	-7,8264	110,11351	15,00	2,48	-8,26	110,31	33	5,9	359,3355
25	Bibis	-7,82978	110,12327	15,00	1,61	-8,26	110,31	33	5,9	417,3605
26	Klepu	-7,83362	110,11925	0,96	1,94	-8,26	110,31	33	5,9	451,7582

## LAMPIRAN 2

### DATA HASIL PERHITUNGAN

Titik Pengukuran	Koordinat titik pengukuran ( $^{\circ}$ )		Jarak episenter $\Delta$ (Km)	Jarak hiposenter $R$ (Km)	$h$ (m)	$V_b$ (m/s)	Periode dominan $T$ (s)	$a_g$ (gal)	Kg ( $s^2/cm$ )	$\gamma$
	Latitude	Longitude								
1	-7,82695	110,10103	53,37250796	62,75049487	28,31939624	769,02063	0,21	48,20	$0,6 \times 10^{-6}$	$0,29 \times 10^{-4}$
2	-7,83097	110,09985	53,02847268	62,4581373	9,659238333	709,67583	0,07	87,00	$0,1 \times 10^{-6}$	$0,12 \times 10^{-4}$
3	-7,83091	110,10999	52,54911963	62,0516718	15,0621829	741,98786	0,14	61,22	$0,5 \times 10^{-6}$	$0,33 \times 10^{-4}$
4	-7,83103	110,10952	52,55911434	62,06013616	8,186592663	536,21855	0,07	84,83	$0,2 \times 10^{-6}$	$0,16 \times 10^{-4}$
5	-7,83044	110,11387	52,41607236	61,93903972	7,00135	1651,3972	0,07	88,04	$0,6 \times 10^{-6}$	$0,56 \times 10^{-4}$
6	-7,83135	110,1265	51,75660795	61,38197183	9,07259054	579,90115	0,08	81,83	$0,2 \times 10^{-6}$	$0,18 \times 10^{-4}$
7	-7,83559	110,10044	52,53938996	62,04343234	17,84359782	1350,0403	0,11	67,88	$0,4 \times 10^{-6}$	$0,25 \times 10^{-4}$
8	-7,83676	110,10951	51,9840788	61,57389422	11,77785173	2657,0088	0,08	78,71	$0,7 \times 10^{-6}$	$0,58 \times 10^{-4}$
9	-7,83492	110,11409	51,95389767	61,54841576	23,22379166	817,2058	0,19	53,05	$0,6 \times 10^{-6}$	$0,33 \times 10^{-4}$
10	-7,81767	110,12315	53,29950831	62,68841668	31,09892451	699,24573	0,28	42,07	$1,0 \times 10^{-6}$	$0,43 \times 10^{-4}$
11	-7,82116	110,12403	52,90467585	62,3530651	34,2684866	474,11554	0,35	38,24	$1,1 \times 10^{-6}$	$0,41 \times 10^{-4}$
12	-7,82147	110,12666	52,7597043	62,23010845	7,509633333	932,24588	0,07	87,46	$0,3 \times 10^{-6}$	$0,27 \times 10^{-4}$
13	-7,82616	110,12711	52,26036285	61,80732582	9,339053902	493,08371	0,08	78,30	$0,2 \times 10^{-6}$	$0,17 \times 10^{-4}$
14	-7,8255	110,12434	52,44792704	61,96599915	6,52786	1734,361	0,07	87,98	$0,8 \times 10^{-6}$	$0,67 \times 10^{-4}$
15	-7,81252	110,11883	54,01314283	63,29628424	30,66434203	742,14853	0,25	43,69	$0,8 \times 10^{-6}$	$0,36 \times 10^{-4}$
16	-7,81772	110,11681	53,57218961	62,92042196	19,62030679	723,64199	0,21	48,85	$1,1 \times 10^{-6}$	$0,52 \times 10^{-4}$
17	-7,81275	110,11086	54,34346227	63,5783917	7,600828333	819,69005	0,07	84,85	$0,3 \times 10^{-6}$	$0,23 \times 10^{-4}$
18	-7,81729	110,11024	53,9117529	63,20978643	7,260701667	1828,9257	0,07	85,55	$0,7 \times 10^{-6}$	$0,56 \times 10^{-4}$
19	-7,81688	110,11303	53,82670472	63,13726428	18,99021123	1812,8974	0,19	51,18	$2,1 \times 10^{-6}$	$1,1 \times 10^{-4}$
20	-7,82317	110,10538	53,54410279	62,89650979	32,86273951	947,30511	0,27	42,60	$1,1 \times 10^{-6}$	$0,48 \times 10^{-4}$

21	-7,82169	110,10963	53,495067	62,85477065	7,126676625	1723,6295	0,07	84,76	0,7 x 10 <sup>-6</sup>	0,6 x 10 <sup>-4</sup>
22	-7,82646	110,10695	53,139473	62,55240675	11,18211991	2011,1338	0,10	70,65	1,0 x 10 <sup>-6</sup>	0,74 x 10 <sup>-4</sup>
23	-7,824998	110,11038	53,12656257	62,54143947	20,01423588	790,91828	0,20	50,12	1,0 x 10 <sup>-6</sup>	0,5 x 10 <sup>-4</sup>
24	-7,8264	110,11351	52,8408129	62,2988885	5,988925	889,48832	0,07	87,32	0,5 x 10 <sup>-6</sup>	0,41 x 10 <sup>-4</sup>
25	-7,82978	110,12327	52,05856704	61,63679422	6,956008333	673,12736	0,07	88,64	0,3 x 10 <sup>-6</sup>	0,23 x 10 <sup>-4</sup>
26	-7,83362	110,11925	51,84846321	61,45944303	117,5947743	877,87912	1,04	22,52	4,5 x 10 <sup>-6</sup>	1 x 10 <sup>-4</sup>

**LAMPIRAN 3**  
**CONTOH PERHITUNGAN PADA TITIK PENGUKURAN 1**

A. Menghitung jarak episenter ( $\Delta$ )

$$\Delta = 111 \{(Y_2 - Y_1)^2 + (X_2 - X_1)^2\}^{0,5}$$

$$\Delta = 111 \{(110,31 - 110,101)^2 + (-8,26 - (-7,82695))^2\}^{0,5}$$

$$\Delta = 111 \{0,043681 + 0,187532\}^{0,5}$$

$$\Delta = 111 \cdot 0,480846 = 53,37 \text{ Km}$$

B. Menghitung jarak hiposenter (R)

$$R = \sqrt{\Delta^2 + d^2}$$

$$R = \sqrt{53,37^2 + 33^2}$$

$$R = \sqrt{2848,3569 + 1089}$$

$$R = \sqrt{3937,3569}$$

$$R = 62,75 \text{ Km}$$

C. Menghitung ketebalan sedimen (h)

$$h = \frac{V_s}{4f_o}$$

$$h = \frac{528,3731}{4 \cdot 4,66}$$

$$h = \frac{528,3731}{18,64}$$

$$h = 28,3 \text{ m}$$

D. Menghitung kecepatan gelombang di *Basement* ( $V_b$ )

$$V_b = f_o \cdot 4A \cdot h$$

$$V_b = 4,66 \cdot 4(1,46) \cdot 28,3$$

$$V_b = 769,02 \text{ m/s}$$

E. Menghitung periode dominan tanah (T)

$$T = \frac{1}{f_o}$$

$$T = \frac{1}{4,66}$$

$$T = 0,21 \text{ s}$$

F. Menghitung percepatan tanah maksimum ( $a_g$ )

$$a_g = \frac{5}{\sqrt{T}} 10^{(0,61M) - \left\{ \left( 1,66 + \frac{3,6}{R} \right) \log R \right\} + \left( 0,167 - \frac{1,83}{R} \right)}$$

$$a_g = \frac{5}{\sqrt{0,21}} 10^{(0,61 \times 5,9) - \left\{ \left( 1,66 + \frac{3,6}{62,75} \right) \log 62,75 \right\} + \left( 0,167 - \frac{1,83}{62,75} \right)}$$

$$a_g = 10,91 \times 10^{(3,599) - (3,0871688) + (0,13784)}$$

$$a_g = 10,91 \times 10^{(0,64967)}$$

$$a_g = 48,20 \text{ gal} = 48,20 \text{ cm/s}^2$$

G. Menghitung indeks kerentanan seismik ( $K_g$ )

$$K_g = \left( \frac{A^2}{f_o} \right) / \pi^2 \times V_b$$

$$K_g = \frac{A^2}{f_o} : \frac{\pi^2 \times V_b}{1}$$

$$K_g = \frac{A^2}{f_o} \frac{1}{\pi^2 \times V_b}$$

$$K_g = \frac{1,46^2}{4,66 \text{ 1/s}} \frac{1}{3,14^2 \times 769,02 \text{ m/s}}$$

$$K_g = \frac{2,1316}{35340,77213 \text{ m/s}^2}$$

$$K_g = \frac{2,1316}{3534077,213 \text{ cm/s}^2}$$

$$K_g = 0,6 \cdot 10^{-6} \text{ s}^2/\text{cm}$$

H. Menghitung *ground shear strain* ( $\gamma$ )

$$\gamma = K_g a_g$$

$$\gamma = \left( 0,6 \cdot \frac{10^{-6} \text{ s}^2}{\text{cm}} \right) \cdot 48,20 \text{ cm/s}^2$$

$$\gamma = 0,29 \cdot 10^{-4}$$

#### LAMPIRAN 4

#### PEMBOBOTAN TINGKAT KERAWANAN

Atribut	Bobot	Titik pengukuran	Bobot (Normalisasi)	Alternatif	Ranking	Ranking (Standarisasi)	Skor
kemiringan lereng	1	1	0,33	22,2	2	0,67	0,2211
		2	0,33	28,7	2	0,67	0,2211
		3	0,33	12,4	2	0,67	0,2211
		4	0,33	10,6	2	0,67	0,2211
		5	0,33	7,8	1	0,33	0,1089
		6	0,33	20,1	2	0,67	0,2211
		7	0,33	13,9	2	0,67	0,2211
		8	0,33	6,4	1	0,33	0,1089
		9	0,33	6	1	0,33	0,1089
		10	0,33	15,8	2	0,67	0,2211
		11	0,33	11,4	2	0,67	0,2211
		12	0,33	22,9	2	0,67	0,2211
		13	0,33	12,9	2	0,67	0,2211
		14	0,33	20,5	2	0,67	0,2211
		15	0,33	13,4	2	0,67	0,2211
		16	0,33	14,1	2	0,67	0,2211
		17	0,33	17,1	2	0,67	0,2211
		18	0,33	26,5	2	0,67	0,2211
		19	0,33	22,5	2	0,67	0,2211
		20	0,33	10,7	2	0,67	0,2211
		21	0,33	17,3	2	0,67	0,2211

		22	0,33	11,3	2	0,67	0,2211
		23	0,33	10,5	2	0,67	0,2211
		24	0,33	9,1	2	0,67	0,2211
		25	0,33	14,4	2	0,67	0,2211
		26	0,33	30,4	3	1	0,33
Ground Shear Strain	1	1	0,33	$0,29 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		2	0,33	$0,12 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		3	0,33	$0,33 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		4	0,33	$0,16 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		5	0,33	$0,56 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		6	0,33	$0,18 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		7	0,33	$0,25 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		8	0,33	$0,58 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		9	0,33	$0,33 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		10	0,33	$0,43 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		11	0,33	$0,41 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		12	0,33	$0,27 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		13	0,33	$0,17 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		14	0,33	$0,67 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		15	0,33	$0,36 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		16	0,33	$0,52 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		17	0,33	$0,23 \times 10^{-4}$	4	1	0,33

		18	0,33	$0,56 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		19	0,33	$1,1 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		20	0,33	$0,48 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		21	0,33	$0,6 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		22	0,33	$0,74 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		23	0,33	$0,5 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		24	0,33	$0,41 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		25	0,33	$0,23 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
		26	0,33	$1 \times 10^{-4}$	4	1	0,33
Geologi	1	1	0,33	Keras	1	1	0,33
		2	0,33	Keras	1	1	0,33
		3	0,33	Keras	1	1	0,33
		4	0,33	Keras	1	1	0,33
		5	0,33	Keras	1	1	0,33
		6	0,33	Keras	1	1	0,33
		7	0,33	Keras	1	1	0,33
		8	0,33	Keras	1	1	0,33
		9	0,33	Keras	1	1	0,33
		10	0,33	Keras	1	1	0,33
		11	0,33	Keras	1	1	0,33
		12	0,33	Keras	1	1	0,33
		13	0,33	Keras	1	1	0,33
		14	0,33	Keras	1	1	0,33
		15	0,33	Keras	1	1	0,33

		16	0,33	Keras	1	1	0,33
		17	0,33	Keras	1	1	0,33
		18	0,33	Keras	1	1	0,33
		19	0,33	Keras	1	1	0,33
		20	0,33	Keras	1	1	0,33
		21	0,33	Keras	1	1	0,33
		22	0,33	Keras	1	1	0,33
		23	0,33	Keras	1	1	0,33
		24	0,33	Keras	1	1	0,33
		25	0,33	Keras	1	1	0,33
		26	0,33	Keras	1	1	0,33
Magnitude Gempa	1	1	0,33	<1,5	1	1	0,33
		2	0,33	<1,5	1	1	0,33
		3	0,33	<1,5	1	1	0,33
		4	0,33	<1,5	1	1	0,33
		5	0,33	<1,5	1	1	0,33
		6	0,33	<1,5	1	1	0,33
		7	0,33	<1,5	1	1	0,33
		8	0,33	<1,5	1	1	0,33
		9	0,33	<1,5	1	1	0,33
		10	0,33	<1,5	1	1	0,33
		11	0,33	<1,5	1	1	0,33
		12	0,33	<1,5	1	1	0,33
		13	0,33	<1,5	1	1	0,33
		14	0,33	<1,5	1	1	0,33

		15	0,33	<1,5	1	1	0,33
		16	0,33	<1,5	1	1	0,33
		17	0,33	<1,5	1	1	0,33
		18	0,33	<1,5	1	1	0,33
		19	0,33	<1,5	1	1	0,33
		20	0,33	<1,5	1	1	0,33
		21	0,33	<1,5	1	1	0,33
		22	0,33	<1,5	1	1	0,33
		23	0,33	<1,5	1	1	0,33
		24	0,33	<1,5	1	1	0,33
		25	0,33	<1,5	1	1	0,33
		26	0,33	<1,5	1	1	0,33
Percepatan Tanah	1	1	0,33	48,2	1	0,5	0,165
		2	0,33	87	2	1	0,33
		3	0,33	61,22	2	1	0,33
		4	0,33	84,83	2	1	0,33
		5	0,33	88,04	2	1	0,33
		6	0,33	81,83	2	1	0,33
		7	0,33	67,88	2	1	0,33
		8	0,33	78,71	2	1	0,33
		9	0,33	53,05	2	1	0,33
		10	0,33	42,07	2	1	0,33
		11	0,33	38,24	1	0,5	0,165
		12	0,33	87,46	2	1	0,33
		13	0,33	78,3	2	1	0,33

		14	0,33	87,98	2	1	0,33
		15	0,33	43,69	1	0,5	0,165
		16	0,33	48,85	1	0,5	0,165
		17	0,33	84,85	2	1	0,33
		18	0,33	85,55	2	1	0,33
		19	0,33	51,18	2	1	0,33
		20	0,33	42,6	1	0,5	0,165
		21	0,33	84,76	2	1	0,33
		22	0,33	70,65	2	1	0,33
		23	0,33	50,12	2	1	0,33
		24	0,33	87,32	2	1	0,33
		25	0,33	88,64	2	1	0,33
		26	0,33	22,52	1	0,5	0,165
Indeks Kerentanan Seismik	1	1	0,33	$0,6 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		2	0,33	$0,1 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		3	0,33	$0,5 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		4	0,33	$0,2 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		5	0,33	$0,6 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		6	0,33	$0,2 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		7	0,33	$0,4 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		8	0,33	$0,7 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		9	0,33	$0,6 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
		10	0,33	$1,0 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066

	11	0,33	$1,1 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	12	0,33	$0,3 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	13	0,33	$0,2 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	14	0,33	$0,8 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	15	0,33	$0,8 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	16	0,33	$1,1 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	17	0,33	$0,3 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	18	0,33	$0,7 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	19	0,33	$2,1 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	20	0,33	$1,1 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	21	0,33	$0,7 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	22	0,33	$1,0 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	23	0,33	$1,0 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	24	0,33	$0,5 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	25	0,33	$0,3 \times 10^{-6}$	1	0,2	0,066
	26	0,33	$4,5 \times 10^{-6}$	5	1	0,33

<b>Titik pengukuran</b>	<b>Tingkat kerawanan bahaya longsor</b>			<b>Skor Total</b>
	<b>Skor Kemiringan Lereng</b>	<b>Skor Ground Shear Strain</b>	<b>Skor Geologi</b>	
1	0,2211	0,33	0,33	0,8811
2	0,2211	0,33	0,33	0,8811
3	0,2211	0,33	0,33	0,8811
4	0,2211	0,33	0,33	0,8811
5	0,1089	0,33	0,33	0,7689
6	0,2211	0,33	0,33	0,8811
7	0,2211	0,33	0,33	0,8811
8	0,1089	0,33	0,33	0,7689
9	0,1089	0,33	0,33	0,7689
10	0,2211	0,33	0,33	0,8811
11	0,2211	0,33	0,33	0,8811
12	0,2211	0,33	0,33	0,8811
13	0,2211	0,33	0,33	0,8811
14	0,2211	0,33	0,33	0,8811
15	0,2211	0,33	0,33	0,8811
16	0,2211	0,33	0,33	0,8811
17	0,2211	0,33	0,33	0,8811
18	0,2211	0,33	0,33	0,8811
19	0,2211	0,33	0,33	0,8811
20	0,2211	0,33	0,33	0,8811
21	0,2211	0,33	0,33	0,8811
22	0,2211	0,33	0,33	0,8811
23	0,2211	0,33	0,33	0,8811
24	0,2211	0,33	0,33	0,8811
25	0,2211	0,33	0,33	0,8811
26	0,33	0,33	0,33	0,99

<b>Titik pengukuran</b>	<b>Tingkat kerawanan bahaya seismik</b>			<b>Skor Total</b>
	<b>Skor Magnitude Gempa</b>	<b>Skor Percepatan tanah</b>	<b>Skor Indeks Kerentanan Seismik</b>	
1	0,33	0,165	0,066	0,561
2	0,33	0,33	0,066	0,726
3	0,33	0,33	0,066	0,726
4	0,33	0,33	0,066	0,726
5	0,33	0,33	0,066	0,726
6	0,33	0,33	0,066	0,726
7	0,33	0,33	0,066	0,726
8	0,33	0,33	0,066	0,726

9	0,33	0,33	0,066	0,726
10	0,33	0,33	0,066	0,726
11	0,33	0,165	0,066	0,561
12	0,33	0,33	0,066	0,726
13	0,33	0,33	0,066	0,726
14	0,33	0,33	0,066	0,726
15	0,33	0,165	0,066	0,561
16	0,33	0,165	0,066	0,561
17	0,33	0,33	0,066	0,726
18	0,33	0,33	0,066	0,726
19	0,33	0,33	0,066	0,726
20	0,33	0,165	0,066	0,561
21	0,33	0,33	0,066	0,726
22	0,33	0,33	0,066	0,726
23	0,33	0,33	0,066	0,726
24	0,33	0,33	0,066	0,726
25	0,33	0,33	0,066	0,726
26	0,33	0,165	0,33	0,825

Titik pengukuran	Keterangan	Skor total	Kls
1	Tingkat kerawanan bahanaya longsor	0,8811	3
2		0,8811	3
3		0,8811	3
4		0,8811	3
5		0,7689	2
6		0,8811	3
7		0,8811	3
8		0,7689	2
9		0,7689	2
10		0,8811	3
11		0,8811	3
12		0,8811	3
13		0,8811	3
14		0,8811	3
15		0,8811	3
16		0,8811	3
17		0,8811	3
18		0,8811	3
19		0,8811	3
20		0,8811	3

21		0,8811	3
22		0,8811	3
23		0,8811	3
24		0,8811	3
25		0,8811	3
26		0,99	4
1	Tingkat kerawanan bahaya seismik	0,561	1
2		0,726	2
3		0,726	2
4		0,726	2
5		0,726	2
6		0,726	2
7		0,726	2
8		0,726	2
9		0,726	2
10		0,726	2
11		0,561	1
12		0,726	2
13		0,726	2
14		0,726	2
15		0,561	1
16		0,561	1
17		0,726	2
18		0,726	2
19		0,726	2
20		0,561	1
21		0,726	2
22		0,726	2
23		0,726	2
24		0,726	2
25		0,726	2
26		0,825	3

## Penentuan Kelas Tingkat Kerawanan Bahaya Longsor dan Bahaya Seismik

Jumlah data ( $n$ ) = 10 (Berdasarkan data pada Tabel 3.2)

Kelas interval ( $K$ ) =  $1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 10 = 4,3 = 4$

Rentang data ( $R$ ) = data tertinggi – data terendah =  $0,99 - 0,561 = 0,429$

Panjang kelas interval ( $P$ ) =  $R/K = 0,429/4 = 0,107$

$(0,561 + 0,107) - 0,001 = 0,667$

$(0,668 + 0,107) - 0,001 = 0,774$

$(0,775 + 0,107) - 0,001 = 0,881$

$(0,882 + 0,107) - 0,001 = 0,99$

### Tingkat kerawanan bahaya longsor

No Kelas	Kelas Interval	Tally	Frekuensi	Keterangan
1	$0,561 - 0,667$	-	0	Kerentanan Sangat Rendah
2	$0,668 - 0,774$	III	3	Kerentanan Rendah
3	$0,775 - 0,881$	IIII IIII IIII IIII II	22	Kerentanan Sedang
4	$0,882 - 0,99$	I	1	Kerentanan Tinggi

### Tingkat kerawanan bahaya seismik

No Kelas	Kelas Interval	Tally	Frekuensi	Keterangan
1	$0,561 - 0,667$	IIII	5	Kerentanan Sangat Rendah
2	$0,668 - 0,774$	IIII IIII IIII IIII	20	Kerentanan Rendah
3	$0,775 - 0,881$	I	1	Kerentanan Sedang
4	$0,882 - 0,99$	-	0	Kerentanan Tinggi

### Penentuan kelas kerawanan bahaya *multidisaster*

- Menentukan kombinasi kelas kerawanan

kerawanan bahaya longsor		kerawanan bahaya seismik		
No Kelas	Keterangan	No Kelas	Keterangan	
1	Kerentanan Sangat Rendah	X	1	Kerentanan Sangat Rendah
2	Kerentanan Rendah		2	Kerentanan Rendah
3	Kerentanan Sedang		3	Kerentanan Sedang
4	Kerentanan Tinggi		4	Kerentanan Tinggi

$$\begin{array}{llll}
 1 \times 1 = 1 & 2 \times 1 = 2 & 3 \times 1 = 3 & 4 \times 1 = 4 \\
 1 \times 2 = 2 & 2 \times 2 = 4 & 3 \times 2 = 6 & 4 \times 2 = 8 \\
 1 \times 3 = 3 & 2 \times 3 = 6 & 3 \times 3 = 9 & 4 \times 3 = 12 \\
 1 \times 4 = 4 & 2 \times 4 = 8 & 3 \times 4 = 12 & 4 \times 4 = 16
 \end{array}$$

- Kelas Interval K sudah ditentukan = 4
- Rentang data (R) = data tertinggi – data terendah =  $16 - 1 = 15$
- Panjang kelas interval (P) =  $R/K = 15/4 = 3,75$
- $(1 + 3,75) - 0,01 = 4,74$
- $(4,75 + 3,75) - 0,01 = 8,49$
- $(8,5 + 3,75) - 0,01 = 12,24$
- $(12,25 + 3,75) - 0,01 = 16$

<b>Titik pengukuran</b>	<b>Kelas kerawanan bahaya longsor</b>	<b>Kelas kerawanan bahaya seismik</b>	<b>Skor total</b>	<b>Kls</b>
1	3	1	3	1
2	3	2	6	2
3	3	2	6	2
4	3	2	6	2
5	2	2	4	1
6	3	2	6	2
7	3	2	6	2
8	2	2	4	1
9	2	2	4	1
10	3	2	6	2
11	3	1	3	1
12	3	2	6	2
13	3	2	6	2
14	3	2	6	2
15	3	1	3	1
16	3	1	3	1
17	3	2	6	2
18	3	2	6	2
19	3	2	6	2
20	3	1	3	1
21	3	2	6	2
22	3	2	6	2
23	3	2	6	2
24	3	2	6	2
25	3	2	6	2
26	4	3	13	4

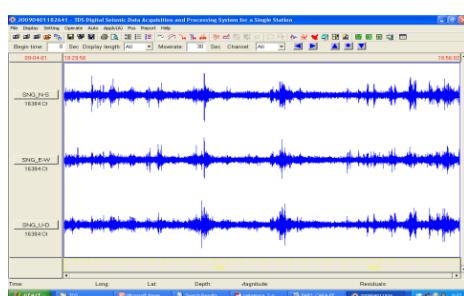
### Tingkat kerawanan bahaya *multidisaster*

<b>No Kelas</b>	<b>Kelas Interval</b>	<b>Tally</b>	<b>Frekuensi</b>	<b>Keterangan</b>
1	1 – 4,74	IIII III	8	Kerentanan Sangat Rendah
2	4,75 – 8,49	IIII II IIII II	17	Kerentanan Rendah
3	8,5 – 12,24	-	0	Kerentanan Sedang
4	12,25 – 16	I	1	Kerentanan Tinggi

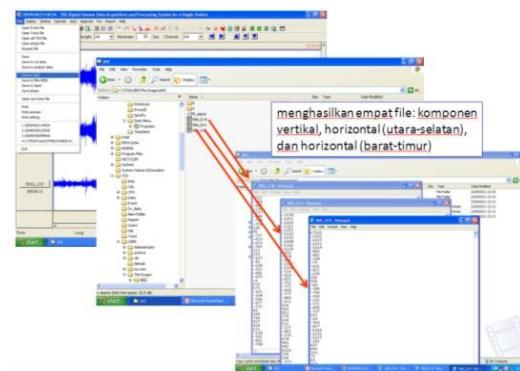
## LAMPIRAN 5

### A. Mengolah Data mentah Mikrotremor

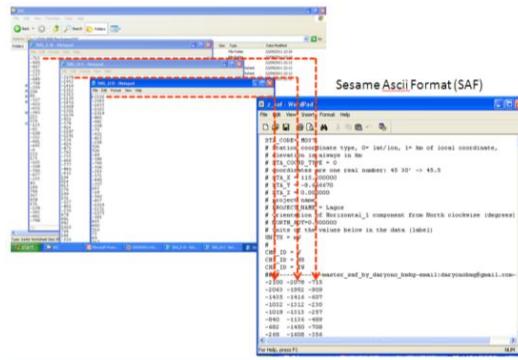
1. Data mentah mikrotremor yang diperoleh dari pengukuran dibuka menggunakan *software* DataPro yang merupakan paket program dari seismograf TDS 303.
2. Hasil pengukuran data tersebut tercatat dalam 3 jenis gelombang yaitu gelombang seismik vertikal, horizontal (Utara-Selatan), dan horisontal (Barat-Timur).



3. Data hasil pengukuran tersebut dalam tampilan *software* DataPro tidak dapat langsung diolah dan dirubah ke dalam format ASCII menggunakan perangkat lunak DataPro.

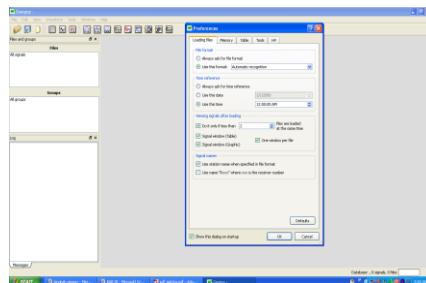


4. Kemudian data dalam format ASCII dirubah dalam format *saf* (*Format Sesame* ASCII) agar dapat diolah menggunakan *software* Geopsy.

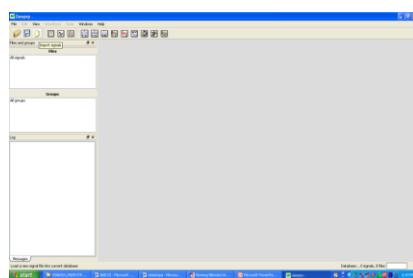


## B. Menganalisis HVSR menggunakan *Software Sesarray-Geopsy*

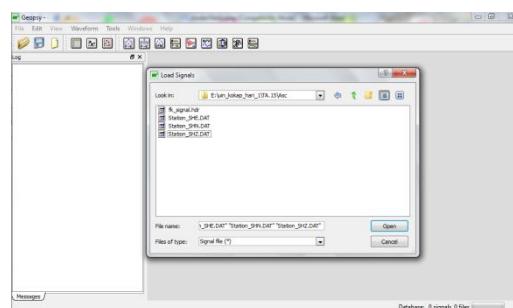
1. Buka aplikasi *software Sesarray-Geopsy*, maka akan muncul:



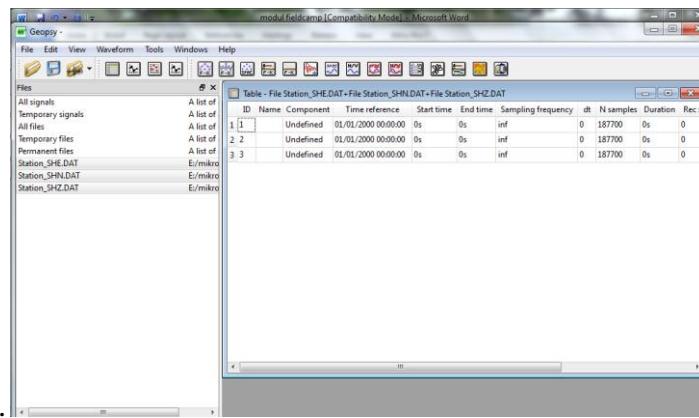
2. Kotak kecil *Preferences* Klik Oke, maka akan muncul:



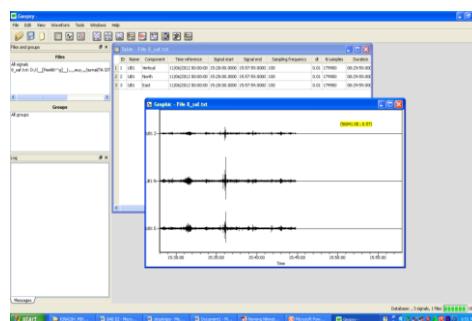
3. Klik *import signals*, kemudian dicari *file penyimpanan data titik-titik pengukuran*, dipilih file Asc ( Data SHE,SHN,SHZ) kemudian klik *Open*.



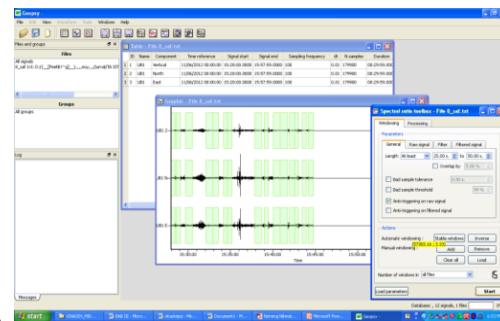
4. Kemudian file SHE, SHN, SHZ di blok, klik kanan pilih *Table*, buka *Edit* hilangkan ceklis *Lock table edition* dan isi isian yang muncul pada jendela *Table* di ubah. kolom *component* 1 diganti dengan *east*, kolom 2 dengan *nort*, kolom 3 dengan *vertical*. Kemudian pada kolom sampling frekuency semua kolom diganti 100



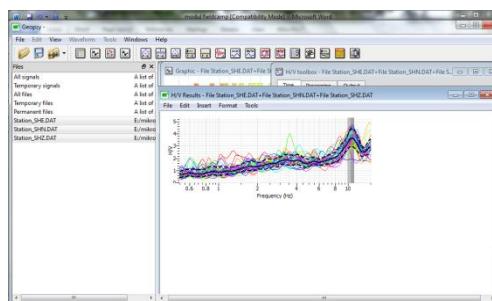
5. Kemudian file SHE, SHN, SHZ di blok lagi, klik kanan pilih *grafik*, akan muncul kotak grafik seperti gambar di bawah ini.



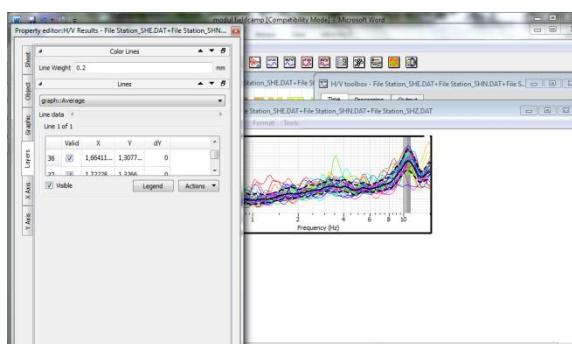
6. Kemudian file SHE, SHN, SHZ di blok lagi, klik kanan pilih H/V maka akan muncul *H/V ratio toolbox*. Klik *time* plih *star*



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

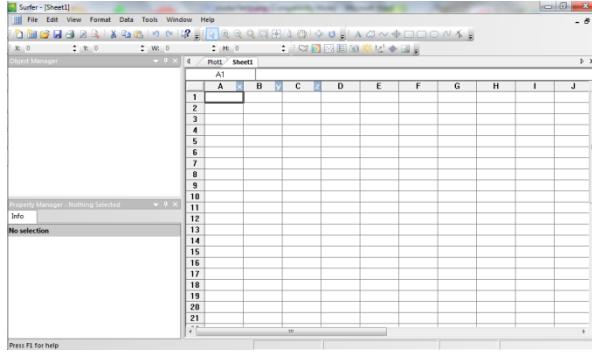


8. klik kanan gambar pada poin 7, pilih *propertise* kemudian pilih *layer*. Pada kolom Y cari nilai paling besar, kemudian catat sebagai nilai H/V atau amplitudo dan catat juga nilai X yang bersesuaian dengan nilai Y yang sudah kita pilih, X merupakan nilai dari frekuensi dominan

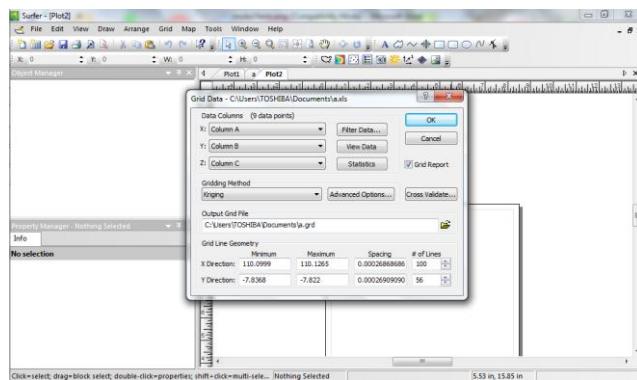


### C. Pengkonturan Hasil Penelitian

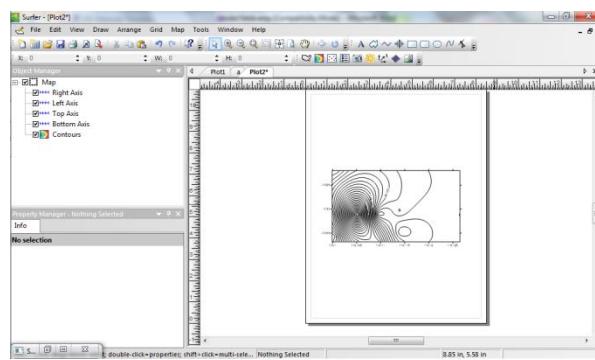
1. Buka *Surfer10*, dipilih *New worksheet* , pada kolom x diisi *latitude*, pada kolom y diisi *longitude*, dan pada kolom z diisi data yang akan dikonturkan.



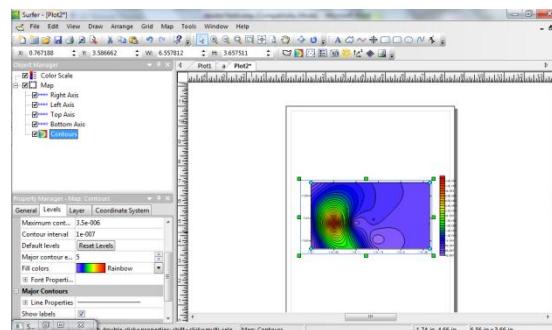
2. Dipilih *Save* beri nama kemudian pada *Save as type* pilih *XLS Excel spreadsheet* kemudian *save*.
3. Dipilih *New Plot*, kemudian dipilih *Grid*, pilih lagi *data*, ambil data yang sudah disimpan tadi, *open*. Kemudian muncul jendela grid data, pada *gridding method* pilih *kriging*, *Ok*. Kemudian kripping report di *save*.



4. Dipilih *map, new, contour map*, pilih nama data yang tadi di save kemudian *open*.



5. Untuk mendesain kontur, klik 2 kali pada gambar kontur, maka akan muncul jendela *property manager*. Dipilih *general*, pilih *fill contours* dan *color scale*. Untuk memilih warna kontur yang lebih bagus pilih *levels* kemudian pilih *fill colors*.



## LAMPIRAN 6

### 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-controlled 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 (effective 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
Outside 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 ±5mA. When outputting voltage calibration, the full range is ±5V
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	$5 \times 10^{-7}$ 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	$\pm 2g$
Sensitivity	2V/g
Frequency Response	0~200Hz (3dB flatten)
Dynamic Range	> 90dB
Calibration Mode	Pulse calibration
Full Scale Range	$\pm 4V$
Linearity	$\leq 1\%$
Transverse Sensitivity Ratio	$\leq 1\%$
Output Noise	$\leq 40\mu g$ (effecitve value)
Operating temperature	-20°C~70°C
Static Current	$\leq 25mA$ (12V DC)
Power Supply voltage	12V DC

## LAMPIRAN 7

### TABEL PENGAMBILAN DATA MIKROTREMOR

#### MICROTREMOR MEASUREMENTS

##### 1. LOCATION GENERAL DATA

City:	Date:	Time:
GPS Info	φ	λ
Operator:		

##### 2. INSTRUMENT INFORMATION

Instrument number	Sampling rate [Hz]	Recording time [min]	Partition number

3. WEATHER CONDITIONS	Wind	<input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> weak	<input type="checkbox"/> moderate	<input type="checkbox"/> strong
	Rain	<input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> slight	<input type="checkbox"/> moderate	<input type="checkbox"/> Intense
	Temperature (Approx.)				

4. SITE CONDITIONS	Soil	<input type="checkbox"/> hard	<input type="checkbox"/> Gravel	<input type="checkbox"/> Sand	<input type="checkbox"/> Rock
		<input type="checkbox"/> soft			
	Grass	<input type="checkbox"/> short	<input type="checkbox"/> Concrete	<input type="checkbox"/> Asphalt	<input type="checkbox"/> Other
		<input type="checkbox"/> high			
Artificial ground-sensor coupling		<input type="checkbox"/> no	<input type="checkbox"/> yes, type		

5. BUILDING DENSITY	<input type="checkbox"/> none	<input type="checkbox"/> scattered	<input type="checkbox"/> dense	<input type="checkbox"/> other, type
---------------------	-------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------------

##### 6. MONOCHROMATIC NOISE SOURCES

Traffic	None	Few	Moderate	Many	Very dense	Distance	Monochromatic noise sources (factories, pumps, rivers, construction works...)
cars							<input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type
trucks							
pedestrians							
other							

Nearby structures (trees, poles, buildings, bridges, underground structures)

7. COMMENTS
-------------

**LAMPIRAN 8**  
**DOKUMENTASI PENELITIAN**

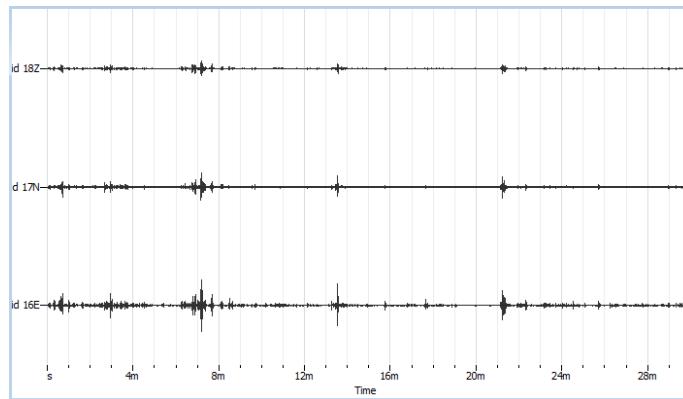


## Dokumentasi Beberapa Tempat Penelitian

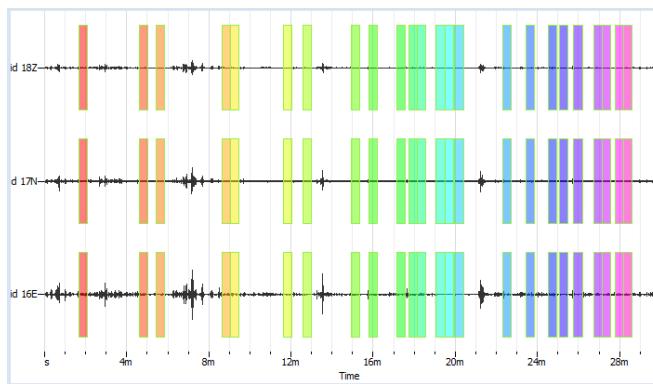


## LAMPIRAN 9

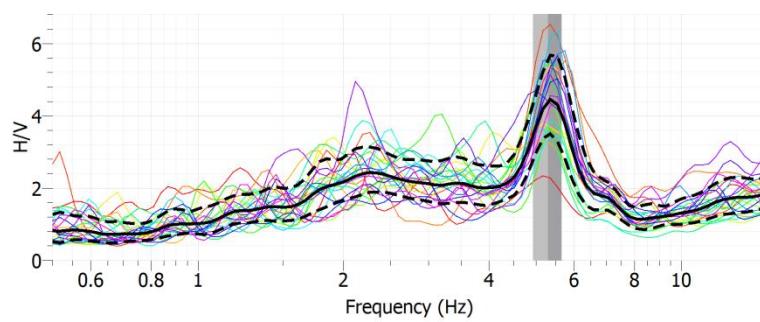
### CONTOH HASIL PENGOLAHAN DATA MIKROTREMOR PADA TITIK PENGUKURAN 6



(a)



(b)



(c)

Keterangan Gambar: a) : Sinyal *microtremor* 3 komponen; (b) : *Time window* yang dipilih berjumlah 24; (c) : Nilai rata-rata dan Std dari H/V, Puncak rata rata H/V 1,26 serta range frekuensinya yang menunjukkan frekuensi dominan pada 12,63 Hz