

**ANALISIS STRUKTUR LAPISAN TANAH  
BERDASARKAN KETEBALAN SEDIMEN  
MENGUNAKAN MIKROTREMOR DENGAN METODE  
*HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO (HVSR)***

**SKRIPSI**  
**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan**  
**Mencapai Derajat Sarjana S-1**  
**Program Studi Fisika**



**Diajukan Oleh:**

**SITA FEBRI MARTASARI**  
**NIM. 08620007**

**PROGRAM STUDI FISIKA**  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA**  
**YOGYAKARTA**  
**2013**



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Pengajuan Munaqosah

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 : Sita Febri Martasari

NIM : 08620007

Judul Skripsi : Analisis Struktur Lapisan Tanah Berdasarkan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor dengan Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr).

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 memperoleh gelar Sarjana Strata dalam Sains.

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, 31 Januari 2013

Pembimbing

Nugroho Budi Wibowo, M.Si

NIP: 19840223 200801 1 011



**PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/820/2013

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Analisis Struktur Lapisan Tanah Berdasarkan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor Dengan Metode *Horizontal To Vertical Spectral Ratio* (HVSR)

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :  
Nama : Sita Febri Martasari  
NIM : 08620007  
Telah dimunaqasyahkan pada : 18 Februari 2013  
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

Penguji I

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

Penguji II

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

Yogyakarta, 15 Maret 2013  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Dekan



Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, M.A., Ph.D  
NIP. 19580519 198603 1 002

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : Sita Febri Martasari

NIM : 08620007

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa skripsi saya yang berjudul **“Analisis Struktur Lapisan Tanah Berdasarkan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor dengan Metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)*”** adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 5 Februari 2013

Yang menyatakan



Sita Febri Martasari

NIM. 08620007

## **MOTTO...**

**\*“Dalam Hidup Diperlukan  
Imajinasi, Karena Tanpa  
Itu Kita Takkan Berani  
Untuk Bermimpi &  
Mewujudkannya...”\***

*Senyum & Semangat !!!*



# PERSEMBAHAN...

Karya ini saya persembahkan kepada:

- ∅ Bunda ku tercinta & Ayah *"Kasih Ibu Bagai Sang Surya  
Menyinari Dunia"* ☺
- ∅ Seluruh keluarga, kakak-kakak dan adikku tersayang Vika Aprilia  
Sumarta.. *Semangat !!!* ☺
- ∅ Almamaterku tercinta Program Studi Fisika UIN Sunan Kalijaga  
Yogyakarta ☺
- ∅ Bapak Nugroho Budi Wibowo.. *"My Hero"* ☺
- ∅ My boy... "Huda"... *"A Thousand Years"* ☺
- ∅ Best friend & sekaligus saudaraku yang terhebat... Ayu, Colik, Gyan,  
Anna, dan Aning AzZahra *"Semoga Kita Selalu Menjadi Kisah  
Klasik Untuk Masa Depan"* ☺
- ∅ My partner.. "SI Cecep Septian Labertaa" ☺
- ∅ Physics'08 (Anis, Tria, Ella, Farida, Rentang, Zaenal, Angga,  
Fransisko, Aulia, Adih, Nurdin, Rocim, Kolis *"Sukses Bersama"*  
☺
- ∅ Adekku Arass.. *Semangattt ...!!* ☺

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, sehingga sampai saat ini kita masih diberi kenikmatan dan kesehatan. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada tauladan kita Nabi Agung Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia menuju jalan kebahagiaan hidup di dunia dan di akhirat.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya yang berjudul **“Analisis Struktur Lapisan Tanah Berdasarkan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor Dengan Metode *Horizontal To Vertical Spektral Ratio (HVSR)*”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I (S1). Penulisan skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Musa Asy'ari, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Prof. Dr. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan izin untuk penelitian dan penyusunan skripsi ini.
3. Nita Handayani, M.Si. selaku Ketua Program Studi Fisika

4. Nugroho Budi Wibowo, M.Si. selaku pembimbing yang dengan sabar, tekun dan tidak bosan-bosannya memberikan saran dan kritik yang sangat membangun, serta memberikan bimbingan dengan penuh keikhlasan dan keterbukaan sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik.
5. Seluruh Staff Tata Usaha dan Karyawan di lingkungan Falkutas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesaikannya skripsi ini.
6. Seluruh Staff Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesaikannya skripsi ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya tiada gading yang tak retak, begitu pepatah mengatakan. Penyusun juga menyadari bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna, namun demikian penyusun berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan menambah khasanah ilmu pengetahuan khususnya di bidang Sains.

Amin Yaaa Rabbal'Alamin...

Yogyakarta, 5 Februari 2013

Penulis

Sita Febri Martasari



**ANALISIS STRUKTUR LAPISAN TANAH BERDASARKAN  
KETEBALAN SEDIMEN MENGGUNAKAN MIKROTREMOR DENGAN  
METODE *HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO* (HVSR)**

**SITA FEBRI MARTASARI**

08620007

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) yang bertujuan untuk melakukan pemetaan permodelan ketebalan sedimen sehingga dapat mengetahui struktur lapisan tanah berdasarkan ketebalan sedimen. Penelitian ini dilakukan di wilayah Kecamatan Jetis dengan luas daerah 24,47 km<sup>2</sup>. Pengambilan data dilakukan sebanyak 34 titik yang termasuk data primer dan 18 data sekunder dengan spasi *grid* 1 km. Data yang didapat dari pengukuran di lapangan berupa data numerik rekaman gelombang natural atau signal seismik di setiap titik pengukuran. Data tersebut diolah menggunakan beberapa *software* sehingga dapat mengetahui penyusun struktur lapisan tanah berdasarkan ketebalan sedimen. *Software* yang digunakan adalah DataPro, Sesarray-Geopsy, dan Surfer 10.

Hasil penelitian ini lapisan tanah di wilayah bagian Utara Kecamatan Jetis (sayatan AA') dengan ketebalan sedimen 0 s.d. 10 m tergolong kerikil berpasir, lempung berpasir keras; ketebalan sedimen 10 s.d. 50 m tergolong kerikil berpasir, lempung berpasir keras; ketebalan sedimen >50 m tergolong tanah lembek. Lapisan tanah di wilayah bagian Tengah kecamatan ini (sayatan BB') dengan ketebalan sedimen 0 s.d 20 m kerikil berpasir keras, kerikil berpasir, lempung berpasir keras; ketebalan sedimen 20 s.d 40 m kerikil berpasir, lempung berpasir, tanah lembek; ketebalan sedimen >40 m tergolong tanah lembek. Lapisan tanah di wilayah bagian Selatan kecamatan ini (sayatan CC') dengan ketebalan sedimen 0 s.d 20 m tergolong kerikil berpasir keras, kerikil berpasir, lempung kerikil keras; ketebalan sedimen 20 s.d 50 m tergolong lempung berpasir, tanah lembek, kerikil berpasir; ketebalan sedimen >50 m tergolong tanah lembek.

**Kata Kunci** : Metode HVSR, Ketebalan sedimen, Lapisan tanah

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAKSI</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian .....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	7
2.1 Tinjauan Pustaka .....	7

2.2 Tinjauan Tektonik dan Geologi Yogyakarta .....	9
2.2.1 Posisi Yogyakarta Terhadap Lempeng Tektonik .....	9
2.2.2 Tinjauan Geologi Regional Yogyakarta dan sekitarnya .....	11
2.3 Geologi Kecamatan Jetis .....	16
2.4 Gempabumi .....	18
2.5 Gelombang Seismik .....	20
2.6 Mikrotremor .....	23
2.6.1 Metode Analisa .....	24
2.6.1.1 Analisa Periode Dominan .....	24
2.6.1.2 Analisa Daya Penguatan Goncangan Tanah (Amplifikasi) .....	26
2.6.1.2.1 Pengaruh Elevasi Dan Kemiringan Lereng Terhadap Amplifikasi Tanah .....	26
2.6.1.2.2 Pengaruh Ketebalan Sedimen Lunak Terhadap Amplifikasi Tanah .....	27
2.7 Klasifikasi Tanah Dari Hasil Pengukuran Mikrotremor .....	28
2.8 Horizontal To Vertical Spectral Ratio (HVSr) .....	30
2.9 Batuan Sedimen .....	32
<b>III. BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>37</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	37
3.2 Alat dan Bahan Penelitian .....	37
3.2.1 Alat Penelitian .....	37
3.2.2 Bahan Penelitian .....	38

3.3 Metode Penelitian .....	40
3.3.1 Diagram Alir Penelitian .....	40
3.3.2 Tahap Pengambilan Data Penelitian .....	41
3.3.3 Tahap Pengolahan Data Penelitian .....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Analisa Permodelan .....	47
4.2 Analisa Model Profil Penampang .....	52
4.2.1 Analisa Permodelan Profil Penampang di Wilayah Bagian Utara (Sayatan AA') .....	53
4.2.2 Analisa Permodelan Profil Penampang di Wilayah Bagian Tengah (Sayatan BB') .....	55
4.2.3 Analisa Permodelan Profil Penampang di Wilayah Bagian Selatan (Sayatan CC') .....	57
4.3 Validasi Hasil Penelitian dengan Profil Penampang Peta “Geologi Regional Yogyakarta dan Sekitarnya” .....	60
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>	<b>65</b>
5.1 Simpulan .....	65
5.2 Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>70</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Tingkat kerusakan Bangunan dan Korban Jiwa Akibat Gempabumi 27 Mei 2006 di Kecamatan Jetis .....	2
Tabel 2.1 Klasifikasi Tanah Kanai & Tanaka .....	28
Tabel 2.2 Klasifikasi Tanah Konversi Kanai & Tanaka dengan Omote Nakajima .....	29
Tabel 2.3 Skala Wentworth .....	35
Tabel A. Hasil Validasi Penelitian di Wilayah Kecamatan Jetis Bag. Utara (Sayatan AA').....	61
Tabel B. Hasil Validasi Penelitian d Wilayah Kecamatan Jetis Bag. Tengah (Sayatan BB') .....	62
Tabel C. Hasil Validasi Penelitian di Wilayah Kecamatan Jetis Bag. Selatan (Sayatan CC') .....	63
Tabel Hasil Data Pengukuran .....	70

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Kepulauan Indonesia pada Pertemuan 3 Lempeng .....	2
Gambar 1.2 Peta Resiko Gempabumi Kecamatan Jetis .....	4
Gambar 2.1 Peta Geologi Lembar Yogyakarta .....	11
Gambar 2.2 Peta Geologi Regional Yogyakarta dan Sekitarnya .....	15
Gambar 2.3 Peta Konstelasi Batuan Berumur Kuartar dan Tersier Regional Yogyakarta .....	16
Gambar 2.4 Peta Administrasi Kecamatan Jetis .....	18
Gambar 2.5 Penjalaran Gelombang P ( <i>Pressure Wave</i> ) .....	21
Gambar 2.6 Penjalaran gelombang S ( <i>Shear wave</i> ) .....	22
Gambar 3.1. Lokasi Penelitian Kecamatan Jetis .....	37
Gambar 3.2 Peralatan Pengukuran Mikrotremor .....	38
Gambar 3.3 Peta “Geologi Regional Yogyakarta dan Sekitarnya” .....	39
Gambar 3.4 Peta “Persebaran Kerusakan Gempa bumi” .....	39
Gambar 3.5 Diagram Alir Penelitian .....	40
Gambar 3.6 Diagram Alir Pengambilan Data di Lapangan .....	41
Gambar 3.7 Titik-titik Lokasi Penelitian .....	42
Gambar 3.8 Data yang terekam saat pengambilan data .....	43
Gambar 3.9 Diagram Alir Pengolahan Data Penelitian .....	46

Gambar 4.1 Peta Permodelan Frekuensi Dominan Tanah, Amplitudo tanah, Ketebalan Sedimen, dan Periode Dominan Tanah .....	47
Gambar 4.2 Diagram Ketebalan Sedimen dengan Tingkat Kerusakan Bangunan di Kecamatan Jetis .....	49
Gambar 4.3 Model Sayatan Profil Penampang dengan Acuan Profil Penampang A-B Peta “Geologi Regional Yogyakarta dan Sekitarnya” .....	52
Gambar 4.4 Permodelan Profil Penampang di Wilayah Bagian Utara (Sayatan AA’) .....	55
Gambar 4.5 Permodelan Profil Penampang di Wilayah Bagian Tengah (Sayatan BB’) .....	57
Gambar 4.6 Permodelan Profil Penampang di Wilayah Bagian Selatan (Sayatan CC’) .....	59
Gambar 4.7 Validasi antara hasil penelitian dengan profil penampang peta “Geologi Regional Yogyakarta dan Sekitarnya” .....	64



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1</b> .....	70
Hasil Data Pengukuran .....	70
<b>LAMPIRAN 2</b> .....	73
Perhitungan Nilai Periode Dominan Tanah .....	73
Perhitungan Nilai Ketebalan Sedimen .....	73
<b>LAMPIRAN 3</b> .....	74
Peta Geologi Regional Yogyakarta dan Sekitarnya .....	74
Peta Konstelasi Batuan berumur Kuartar dan Tersier Regional Yogyakarta ...	75
Peta Geologi regional Lembar Yogyakarta, Jawa .....	76
<b>LAMPIRAN 4</b> .....	77
<b>TAHAP-TAHAP PENGOLAHAN DATA</b> .....	77
A. Mengolah Data Mentah Mikrotremor .....	77
B. Menganalisis HVSR menggunakan <i>software</i> Sesarray-Geopsy .....	78
C. Mencari Nilai $V_{s30}$ menggunakan <i>software</i> Surfer 10 .....	81
D. Pembuatan Peta Model menggunakan <i>software</i> Surfer 10 .....	82
E. Mencari Nilai Jarak Sayatan tiap <i>Slice</i> menggunakan <i>software</i> ArcView 3.3 .....	85
F. Pembuatan Model Profil Penampang menggunakan <i>software</i> Surfer 10 .....	88
<b>LAMPIRAN 5</b> .....	90
Foto-Foto Lokasi dan Pengambilan Data .....	90

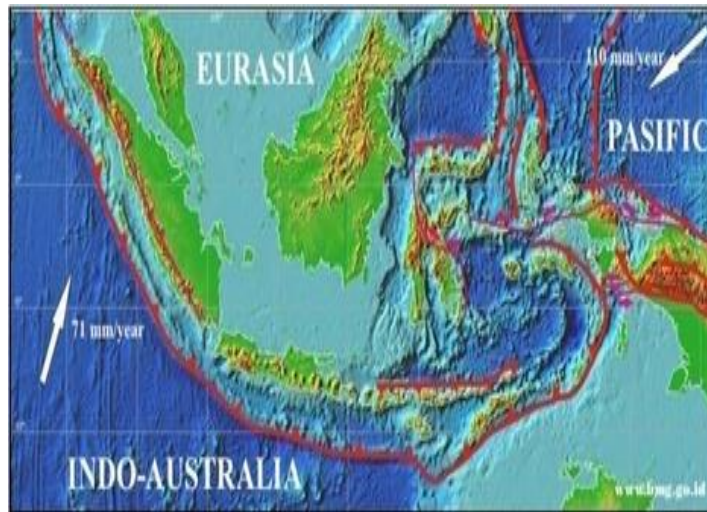
# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Masalah**

Kepulauan Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Indo-Australia di bagian Selatan, lempeng Eurasia di bagian Utara, dan lempeng Pasifik di bagian Timur (Ibrahim, 2005). Keberadaan interaksi lempeng-lempeng ini menempatkan wilayah Indonesia sebagai wilayah yang sangat rawan terhadap gempabumi. Gempabumi merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia yang diakibatkan oleh interaksi lempeng tektonik dan letusan gunung berapi. Salah satu contohnya adalah gempabumi pada tanggal 27 Mei 2006 berkekuatan 5,9 Skala Richter di D. I. Yogyakarta, tepatnya di Kabupaten Bantul.

Gempabumi yang terjadi di Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006 menimbulkan kerusakan yang sangat parah. Kecamatan Jetis merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Bantul yang mengalami kerusakan paling parah. Hal ini ditunjukkan oleh data tingkat kerusakan bangunan dan korban jiwa akibat gempabumi 27 Mei 2006 di Kecamatan Jetis (tabel 1.1).



Gambar 1.1. Peta kepulauan Indonesia pada pertemuan 3 lempeng (BMKG)

Tabel 1.1 Data Tingkat Kerusakan Bangunan dan Korban Jiwa Akibat Gempabumi 27 Mei 2006 di Kecamatan Jetis

No	Desa di Kecamatan Jetis	Tingkat Kerusakan			Jumlah Penduduk	
		Rusak Total	Rusak Berat	Rusak Ringan	Jiwa	Meninggal
1	Patalan	2.799	392	82	9.971	265
2	Sumberagung	2.263	1.218	221	14.150	139
3	Canden	3.008	116	13	10.426	251
4	Tirtomulyo	3.286	884	348	15.579	175
<b>Jumlah</b>		<b>11.356</b>	<b>2.610</b>	<b>664</b>	<b>50.126</b>	<b>830</b>

( Data Rekapitulasi Musibah Bencana Alam Gempabumi Kecamatan Jetis per tanggal 6 Juni 2006)

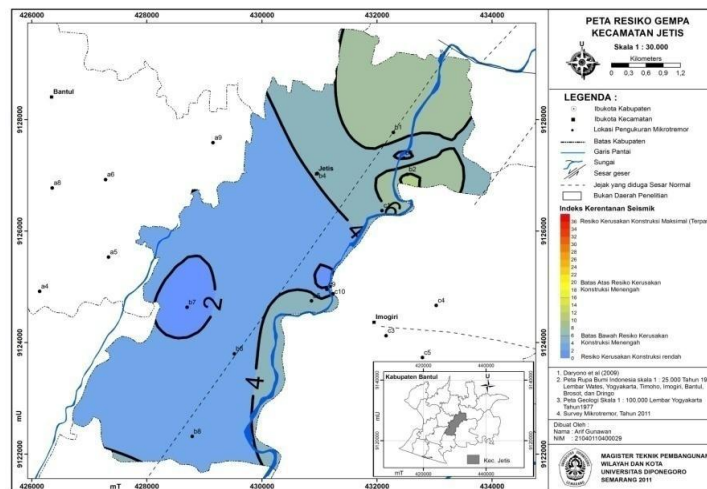
Setiap wilayah memiliki tingkat kerusakan yang bervariasi dikarenakan kondisi geologi endapannya juga berbeda. Tingkat kerusakan yang diakibatkan gempabumi dipengaruhi oleh besarnya getaran atau gelombang permukaan yang sampai pada wilayah tersebut. Gelombang permukaan tersebut dapat dilihat dari tinggi rendahnya amplitudo gelombang seismiknya. Nilai amplifikasi

gempa dinyatakan dengan tinggi rendahnya nilai amplitudo gelombang. Besaran amplifikasi dari gelombang gempa sangat bervariasi tergantung pada kondisi geologi wilayahnya. Apabila gelombang gempa yang sangat besar merambat pada suatu wilayah, maka wilayah tersebut akan mengalami kegempaan yang tinggi dengan nilai amplifikasi yang besar.

Wilayah yang termasuk dalam kategori rentan gempa adalah wilayah yang memiliki nilai daya penguatan guncangan atau amplifikasi tanah yang besar. Nilai amplifikasi tanah di wilayah tersebut dipengaruhi oleh nilai periode dominan tanah dan ketebalan sedimen. Ketebalan sedimen sangat mempengaruhi besar kecilnya guncangan saat terjadi gempabumi, semakin tebal nilai ketebalan sedimennya maka nilai periode dominan dan amplifikasi tanahnya akan semakin besar. Selain itu, struktur lapisan tanah juga mempengaruhi daya penguatan guncangan. Sehingga penyelidikan kegempaan sangat perlu dilakukan untuk mengetahui struktur lapisan tanah di wilayah tersebut.

Pengukuran menggunakan mikrotremor adalah salah satu cara untuk mengetahui struktur permukaan lapisan tanah. Mikrotremor merupakan gelombang yang merambat pada lapisan sedimen permukaan dan merupakan getaran alami yang disebabkan oleh aktifitas seperti manusia, lalu lintas kendaraan, mesin pabrik, dan sebagainya (Parwatiningtyas, 2008). Analisis dengan

menggunakan mikrotremor diharapkan dapat menjelaskan secara nyata kondisi geologi bawah permukaan suatu wilayah rawan gempa.



Gambar 1.2. Peta Resiko Gempabumi Kecamatan Jetis. (Gunawan, 2011)

Analisis mikrotremor dapat dilakukan dengan menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). Metode ini merupakan salah satu cara untuk memahami sifat struktur bawah permukaan tanpa menyebabkan gangguan pada struktur tersebut. Metode HVSR merupakan metode yang digunakan sebagai indikator struktur bawah permukaan tanah yang memperlihatkan hubungan antara perbandingan perbandingan rasio spektrum fourier dari sinyal mikrotremor komponen horizontal terhadap komponen vertikalnya (Nakamura, 1989).

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana struktur lapisan tanah berdasarkan ketebalan sedimen dengan menggunakan metode HVSR?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui struktur lapisan tanah berdasarkan ketebalan sedimen dengan menggunakan metode HVSR.

## **1.4. Batasan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini hanya dibatasi oleh:

1. Lokasi penelitian terletak di wilayah Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul Yogyakarta.
2. Pengukuran dilakukan di titik-titik yang telah di-grid dengan spasial 1 km sehingga sebaran nilai H atau V valid untuk pembuatan peta ketebalan sedimen.
3. Menggunakan alat TDS-303 (*Digital Portable Seismograph*) dengan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).

## **1.5. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Memberikan informasi tentang struktur lapisan tanah berdasarkan ketebalan sedimen wilayah Kecamatan Jetis yang dapat digunakan dalam mitigasi bencana alam terutama gempa bumi.
2. Memudahkan penelitian lebih lanjut mengenai besar kecilnya kerusakan dan memberikan pengetahuan serta informasi tentang struktur lapisan tanah di wilayah Kecamatan Jetis, apabila gempa bumi terjadi di wilayah tersebut.



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1. Simpulan**

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui struktur lapisan tanah di wilayah Kecamatan Jetis berdasarkan ketebalan sedimen yang dibedakan dalam beberapa sayatan sebagai berikut :

**a. Wilayah Kecamatan Jetis Bagian Utara (Sayatan AA')**

Struktur lapisan tanah pada ketebalan sedimen 0 s.d. 10 m tergolong kedalam pasir berkerikil keras, pasir berkerikil, dan pasir berlempung keras. Lapisan tanah pada ketebalan sedimen 10 s.d. 50 m tergolong kedalam pasir berkerikil dan pasir berlempung, sedangkan lapisan tanah pada ketebalan sedimen >50 m merupakan batuan alluvial yang tergolong tanah lembek.

**b. Wilayah Kecamatan Jetis Bagian Tengah (Sayatan BB')**

Struktur lapisan tanah pada ketebalan sedimen 0 s.d. 20 m tergolong kedalam pasir berkerikil keras, pasir berkerikil, dan pasir berlempung keras. Lapisan tanah pada ketebalan sedimen 20 s.d. 40 m tergolong kedalam pasir berkerikil dan pasir berlempung, sedangkan lapisan tanah pada ketebalan sedimen >40 m merupakan batuan alluvial yang tergolong tanah lembek.

**c. Wilayah Kecamatan Jetis Bagian Selatan (Sayatan CC')**

Struktur lapisan tanah pada ketebalan sedimen 0 s.d. 20 m tergolong kedalam pasir berkerikil keras, pasir berkerikil, dan pasir berlempung keras. Lapisan tanah pada ketebalan sedimen 20 s.d. 50 m tergolong kedalam pasir berkerikil dan pasir berlempung keras, sedangkan lapisan tanah pada ketebalan sedimen >50 m merupakan batuan alluvial tergolong tanah lembek.

**5.2. Saran**

Diharapkan adanya penelitian lanjutan menggunakan metode Nakamura yang lain yaitu MSAW dan alat geofisika lainnya, misalnya PPM (*Proton Precission Magnetometer*).

## DAFTAR PUSTAKA

- Afnimar, 2009, *Seismologi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Daryono. *Aktivitas Gempabumi Tektonik di Yogyakarta Menjelang Erupsi Merapi 2010*. BMKG
- Data Rekapitulasi Musibah Bencana Alam Gempabumi Kecamatan Jetis per tanggal 6 Juni 2006.
- Edwiza, Daz. 2008. *Analisis Terhadap Intensitas Dan Percepatan Tanah Maksimum Gempa Sumbar*. Sumatra-Barat : Lab. Geofisika Unand.
- Edwiza, Daz dan Novita, Sri. 2008. *Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum Dan Intensitas Seismik Kota Padang Panjang Menggunakan Metode Kanai*. Sumatra Barat : Lab. Geofisika Unand.
- Gunawan, Arif. 2011. *Kajian Aspek Geologi Dalam Perencanaan Ruang Kawasan Rawan Gempa di Kabupaten Bantul Wilayah Istimewa Yogyakarta (Studi Kasus: Kecamatan Bantul, Jetis, Imogiiri, dan Kretek)*. Magister Pembangunan Wilayah dan Kota, UNDIP: Semarang.
- Ibrahim, Gunawan dan Subardjo. 2005. "Pengetahuan Seismologi". Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Kanai, Kiyosi dan Teiji Tanaka. 1961. *On Microtremor*. VIII. *Bull Earthquake Research Institute*.
- Lang, D.H., 2004. "Damage Potential of Seismik Ground Motion Considering Local Site Effects", Doctoral Dissertation, Universitat Weimar: Weimar
- Lilie, Robert. J. 1999. *Whole Earth Geophysics " An Intodructory Textbook for Geologists and Geophysicists"*. New Jersey: Prentice Hall. P. 186.
- Magetsari, Noer Aziz. 2009. Diktat kuliah "Geologi Fisik". jurusan Geologi, Institut Teknologi Bandung.
- Mulyaningsih, Sri et.al. 2006. *Perkembangan Geologi pada Kuarter Awal sampai Masa Sejarah di Dataran Yogyakarta*. Jurnal Geologi Indonesia.

- Nakamura, Y. 1989. *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface Using Microtremor on the Ground Surface*. Quarterly Report of RTRI.
- Nakamura, Y. 2008. Clear Identification of Fundamental Idea of Nakamura's Technique and Its Application. World Conference of Earthquake Engineering.
- Nogoshi, M. And Iragashi, T. 1971, On the Amplitude Characteristics of Microtremor (in Japanese with English abstract)", *Jour. Seism. Soc. Japan*.
- Novianita, Ayu. 2009. *Penggunaan Microtremor Ellipticity Curve untuk Menentukan Struktur Lapisan Bawah Permukaan Di Wilayah Yogyakarta*. Yogyakarta.
- Omori, F, *On Microtremors, Bull Earthq. Inv. Comm.*, 2 (1908), 1-6
- Parwatiningtyas, Diyan. 2008. *Perbandingan Karakteristik Lapisan Bawah Permukaan Berdasarkan Analisis Gelombang Mikrotremor dan Data Bor*. Universitas Indraprasta PGRI.
- Raharjo, Purnomo dan Yogi Noviadi. 2006. *Indikasi Kemenerusan Sesar Opak di Perairan Selatan Yogyakarta-Sebuah Catatan Teknik*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Bandung
- Raharjo, Wartono et a.al. 1997. "*Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*". Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan Republik Indonesia.
- Rajiyo, Wiryono. 2008. *Warta Geologi*. Badan Geologi Bandung.
- Sapiie, Benyamin et.al. "GL-1211 Geologi Fisik". Bandung: ITB.
- Saputro, Nanang Eko. 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*". FMIPA UGM Yogyakarta
- Setiadji, L.D., et.al. 2008. *Searching for the Active Fault of the Yogyakarta Earthquake of 2006 Using Data Integration on Aftershocks, Cenozoic Geo-History and Tectonic Geomorphology*. Star Publishing Co., Belmont, CA.
- Stein Seth and Wysession Michael. 2003. *An Introduction to Seismology, earthquakes, and earth structure. USA: Blackwell Publishing*.

Wijaya, Roni. 2008. *Studi Seismik Site Effect Wilayah Kabupaten Bantul Berbasis Penelitian Mikrotremor*. Program Studi Geofisika, FMIPA, UGM: Yogyakarta.

UNOSAT. 2006. Peta persebaran kerusakan gempabumi Yogyakarta 27 Mei 2006.

<http://earthquake.usgs.gov/hazards/apps/vs30/custom.php> (14 Desember 2012. 14.05 WIB)

LAMPIRAN I

Hasil Data Pengukuran

Desa	Titik	X (Long)	Y (Lat)	Elevasi (m)	Frekuensi Dominan Tanah atau $f_0$ (Hz)	Average $H/V$	Periode Dominan Tanah atau $T_g$ (sekon)	Kec. Gel. S atau $V_s$ 30 (m/s)	Ketebalan Sedimen atau $H$ (m)
Patalan	1	110,331873	-7,946513	21	2,51321	2,83402	0,3978975	231,3602841	23,0144202
	2	110,337368	-7,937378	45	2,51321	3,00161	0,3978975	226,5480185	22,5357231
	3	110,334781	-7,926485	50	0,658163	1,34939	1,5193805	231,5263131	87,9441389
	4	110,342185	-7,944471	40	0,993982	2,42728	1,0060544	227,4091729	57,1965018
	5	110,341443	-7,937715	48	2,04506	4,63958	0,4889832	226,8946186	27,7369146
	6	110,341195	-7,928672	50	2,78606	2,71517	0,3589298	228,9264237	20,5421297
	7	110,341373	-7,919242	54	2,98423	2,44213	0,3350948	239,7724942	20,0866299
	8	110,340583	-7,910833	54	3,30821	3,10697	0,3022783	251,1020771	18,9756755
	11	110,350938	-7,928061	58	2,98423	3,7878	0,3350948	230,408882	19,3022054
	14	110,351216	-7,901713	68	1,45045	3,18447	0,6894412	258,0848711	44,4835863
	18	110,334781	-7,926485	62	3,19648	2,36985	0,3128441	226,3919952	17,7063516
	a4	110,329846	-7,916143	35	2,69197	2,61491	0,3714752	251,9153649	23,3950754
	a6	110,340382	-7,898072	43	3,42384	2,40917	0,2920697	258,2722703	18,8583776
b7	110,353062	-7,918755	34	3,42384	1,94591	0,2920697	243,638208	17,789836	
Canden	9	110,349611	-7,947027	21	1,55362	2,27698	0,643658	217,7166417	35,0337666
	13	110,342311	-7,920503	64	2,78606	2,83901	0,3589298	239,7724942	21,5153742
	23	110,368308	-7,947103	52	0,658163	1,01084	1,5193805	286,832539	108,951939
	24	110,369371	-7,936458	52	2,42834	3,43407	0,4118039	233,8945023	24,0796699
	b6	110,360537	-7,926277	33	2,78606	2,92652	0,3589298	227,7579334	20,4372782
	b8	110,353991	-7,939807	28	1,72228	2,44438	0,5806257	222,7391689	32,3320205
	d1	110,365657	-7,956517	32	7,04437	3,6343	0,1419573	535,7175449	19,0122589

Desa	Titik	X (Longitude)	Y (Latitude)	Elevasi (m)	Frekuensi Dominan Tanah atau $f_0$ (Hz)	Average $H/V$	Periode Dominan Tanah atau $T_g$ (sekon)	Kec. Gel. S atau $V_s$ 30 (m/s)	Ketebalan Sedimen atau $H$ (m)
Sumberagung	19	110,359495	-7,910562	66	3,54351	3,5559	0,28220606	235,494944	16,6145251
	20	110,359595	-7,901541	70	1,60792	2,52693	0,62192149	248,117415	38,5773881
	21	110,360452	-7,892357	75	2,34633	2,89177	0,42619751	252,800895	26,9357779
	22	110,360032	-7,883198	79	3,08853	3,19981	0,32377863	250,14806	20,2481488
	25	110,37411	-7,927715	61	2,78606	2,92201	0,34223018	240,894405	0,01141828
	26	110,373445	-7,920331	63	2,60106	4,68504	0,38445864	249,248088	23,9563955
	28	110,368223	-7,897477	63	3,79555	3,96088	0,26346643	241,606911	15,9138274
	29	110,368645	-7,892243	68	4,20761	2,42387	0,23766461	249,6624	14,8339794
	30	110,368438	-7,883032	77	3,42384	2,59318	0,29206972	253,861188	18,5362917
	31	110,368898	-7,874141	77	2,78606	2,00357	0,35892981	249,564069	22,3939963
	34	110,377945	-7,910891	52	4,99618	6,24953	0,20015292	265,647442	13,2925276
	38	110,378062	-7,874302	79	2,88344	3,44007	0,34680798	252,437887	21,8868683
	b4	110,373665	-7,896911	44	3,30821	4,06174	0,30227827	238,814656	18,0471204
	b5	110,372812	-7,917697	37	1,40147	2,89309	0,7135365	250,822861	44,7428166
	b9	110,364923	-7,903002	40	3,19648	3,76791	0,31284413	239,17155	18,7058538
	c5	110,390288	-7,927025	46	1,84479	1,84946	0,54206712	406,006935	55,0207523
	c7	110,380185	-7,951851	27	2,42834	4,63371	0,41180395	360,984146	37,1636741
	c9	110,375197	-7,915885	35	3,19648	6,74046	0,31284413	260,47665	20,3721477
c10	110,376132	-7,916573	34	2,98423	4,09559	0,33509482	276,563973	23,1687883	



Desa	Titik	X (Longitude)	Y (Latitude)	Elevasi (m)	Frekuensi Dominan Tanah atau $f_0$ (Hz)	Average $H/V$	Periode Dominan Tanah atau $T_g$ (sekon)	Kec. Gel. S atau $V_s$ 30 (m/s)	Ketebalan Sedimen atau $H$ (m)
Tirtomulyo	35	110,377303	-7,901467	60	2,42834	5,99679	0,4118039	254,5058816	26,2016317
	37	110,378091	-7,883385	70	3,54351	2,28237	0,2822061	250,7212721	17,6887657
	40	110,388091	-7,909798	69	6,5766	3,85352	0,1520543	302,3555322	11,4936111
	43	110,388373	-7,883833	68	1,90927	3,44337	0,5237604	305,2442776	39,9687155
	46	110,395511	-7,890166	116	1,45045	2,46901	0,6894412	435,2604896	75,0216294
	48	110,395045	-7,874771	69	1,55362	3,83712	0,643658	262,4249385	42,2279802
	b1	110,385691	-7,890405	46	1,50115	3,46731	0,6661559	331,5467753	55,215464
	b2	110,387801	-7,897225	47	2,78606	5,18102	0,3589298	398,4073303	35,7500673
	b3	110,387315	-7,894522	47	7,80914	4,66661	0,1280551	381,7038598	12,219779
	c1	110,383903	-7,903082	43	3,08853	3,89138	0,3237786	337,6869252	27,3339522
c4	110,392301	-7,918492	88	2,88344	2,39329	0,346808	443,5133444	38,4534917	

## LAMPIRAN 2

### 1. Perhitungan Nilai Periode Dominan Tanah

Sampel Desa Patalan di titik 1

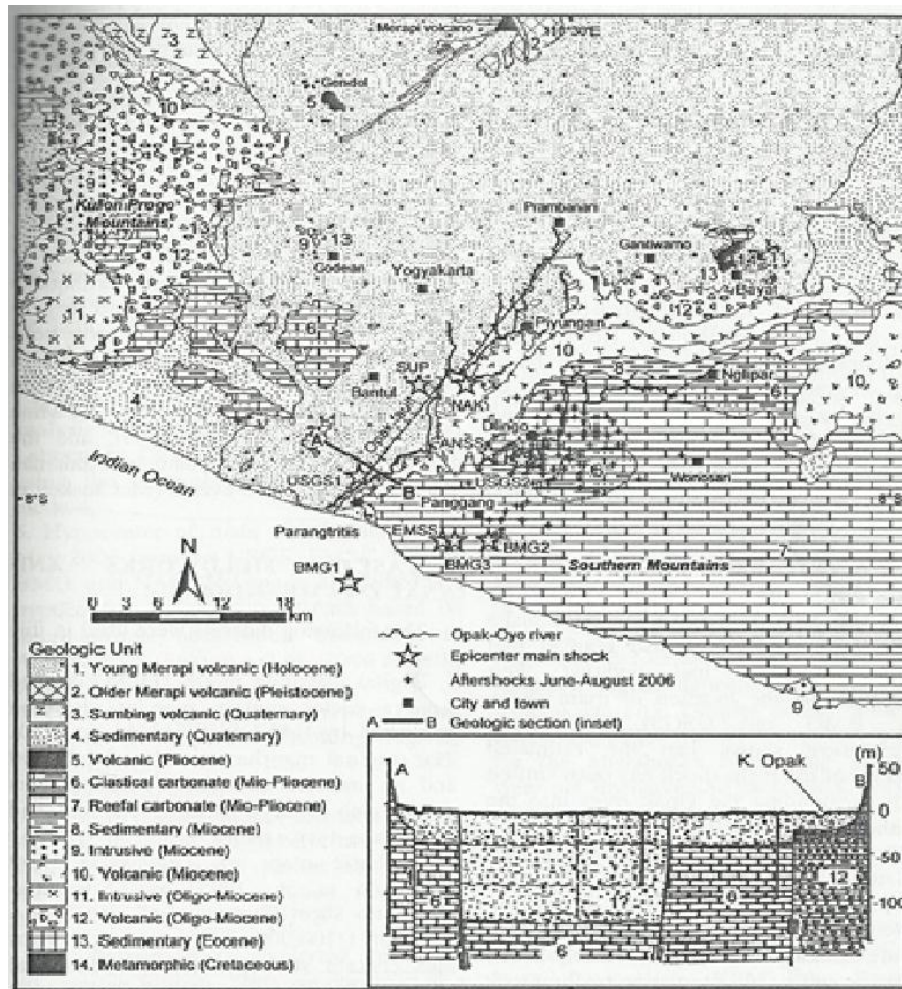
$$\begin{aligned} T_g &= \frac{1}{f} \\ &= \frac{1}{2,51321 \text{ Hz}} \\ &= 0,3978975 \text{ s} \end{aligned}$$

### 2. Perhitungan Nilai Ketebalan Sedimen

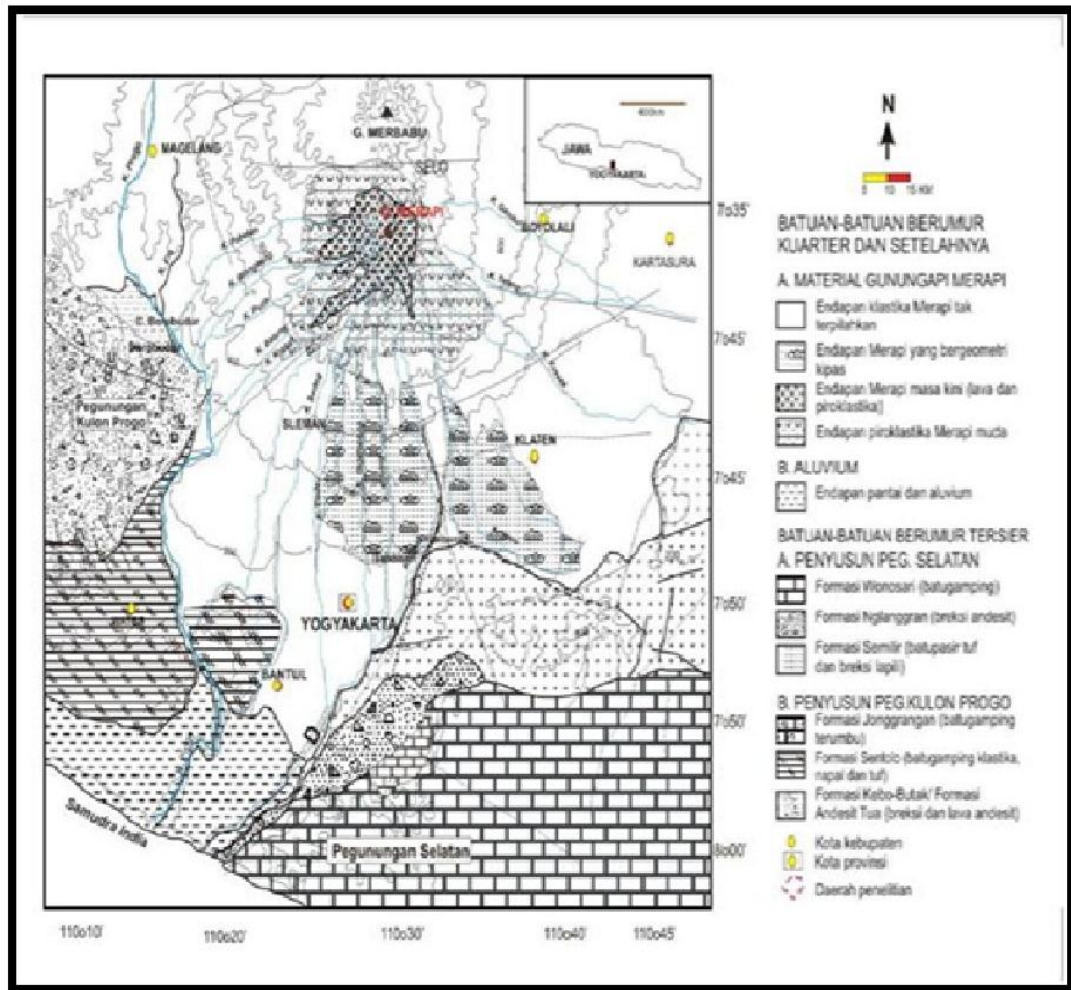
Sampel Desa Patalan di titik 1

$$\begin{aligned} H &= \frac{V_s}{4f_o} \\ &= \frac{231,3602841 \text{ m/s}}{4 \cdot 2,51321 \text{ Hz}} \\ &= 23,0144202 \text{ m} \end{aligned}$$

### LAMPIRAN 3



Peta “Geologi Regional Yogyakarta dan Sekitarnya”  
(sumber: surono et al, 1992 dan Rahardjo et al, 1995 dalam Setiadji et al, 2008)



Peta Konstelasi batuan Berumur Kuarter dan Tersier Regional Yogyakarta.  
 (sumber: Rahardjo et al, 1995 dalam jurnal Mulyaningsih. S, 2006)



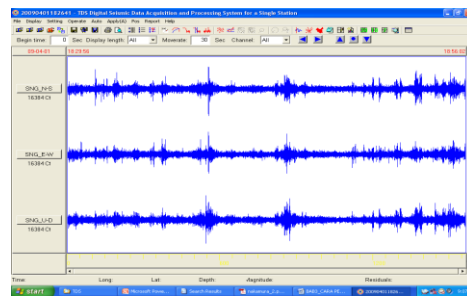


## LAMPIRAN 4

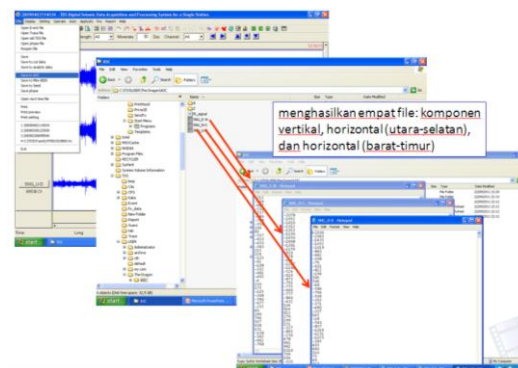
### TAHAP-TAHAP PENGOLAHAN DATA

#### 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 horizontal (Barat-Timur).



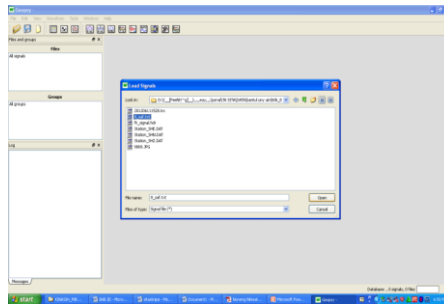
3. Data hasil pengukuran tersebut dalam tampilan *software* DataPro tidak dapat langsung diolah dan dirubah ke dalam format ASCII menggunakan perangkat lunak DataPro.



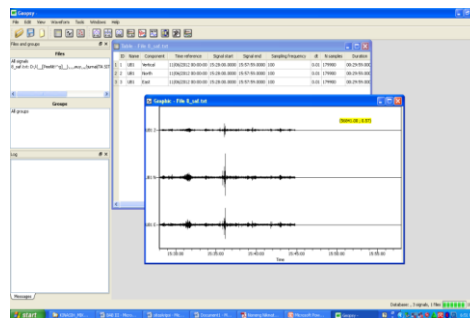




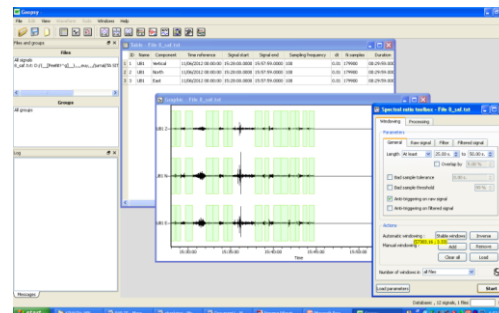
3. Klik *import signals*, kemudian dicari *file* penyimpanan data titik-titik pengukuran, dipilih dalam bentuk *saf* kemudian klik *Open*.



4. Kemudian akan muncul kotak grafik seperti gambar di bawah ini.



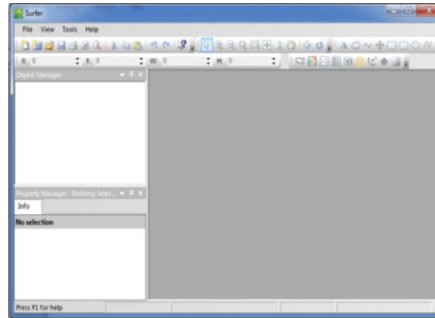
5. Klik kotak H atau V pada *tool bar*, maka akan muncul *spectral ratio toolbox*. Klik *add* kemudian pada kotak grafik dipilih *window* yang *noise*-nya sedikit



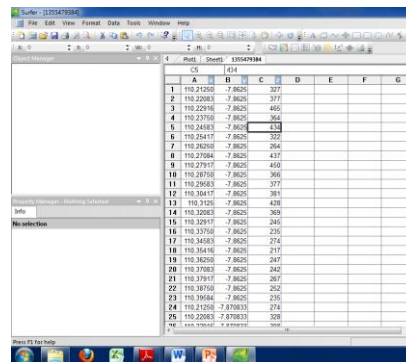


### C. Mencari Nilai Vs 30 Menggunakan Software Surfer 10

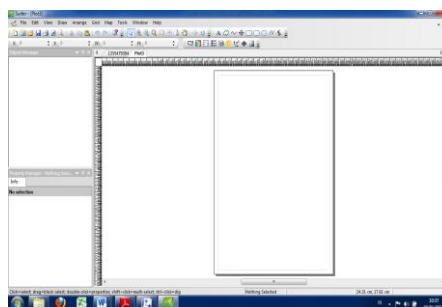
1. Buka aplikasi Software Surfer 10, maka akan muncul:



2. Klik *File* → *Open*, dipilih data USGS dalam bentuk txt, kemudian di-klik, maka akan muncul:

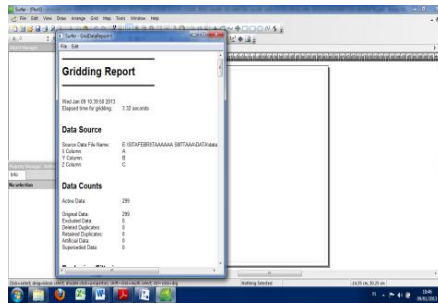


3. Klik *File* → *New* → *Plot*

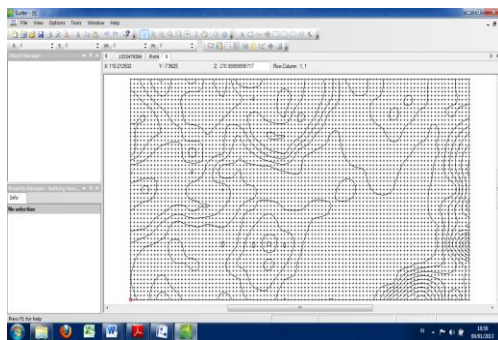


4. *Grid* → *Data* → pilih data txt → *Open* → *Oke*, maka menghasilkan file tipe GRD.

5. *Save Grid Data Report*



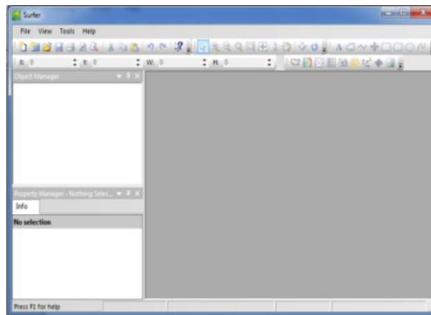
6. *File* → *Open* → *Data Grid* , maka akan muncul pola *grid*



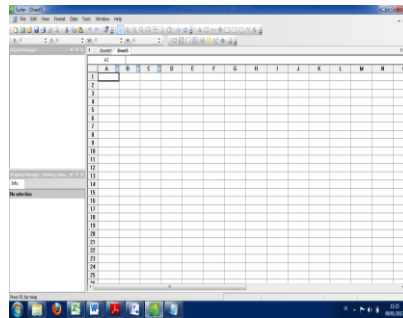
7. Cocokkan dengan data longitudinal dan latitude pada data hasil penelitian. Setelah itu dapat diperoleh nilai  $V_s$ .

#### D. Pembuatan Peta Model Menggunakan *Software Surfer 10*

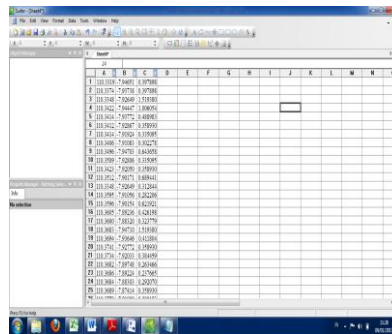
1. Buka aplikasi *Software Surfer 10*, maka akan muncul:



2. Klik *File* → *New* → *Worksheet*

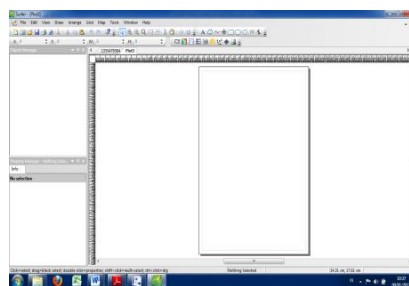


3. Pada kolom 'x' diisi data longitudinal, kolom 'y' diisi data latitudinal, dan kolom 'z' diisi dengan data yang akan dibuat peta permodelan, misalnya data periode.



4. *Save* dalam bentuk BLN.

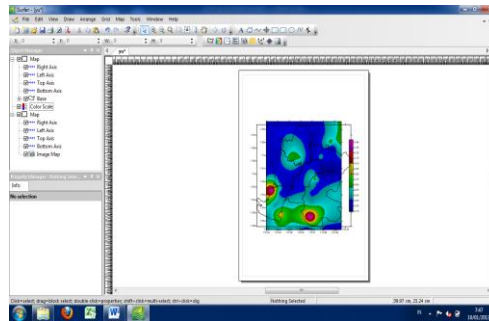
5. Klik *File* → *New* → *Plot*



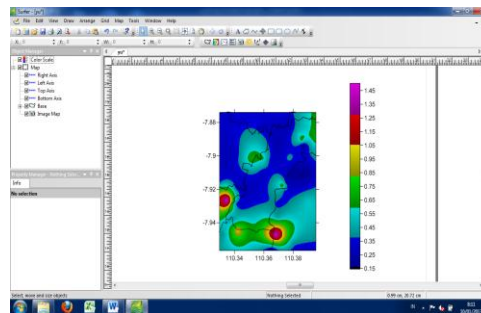
6. *Grid* → *Data* → pilih data bln → *Open* → *Oke* , maka menghasilkan *file* tipe GRD.

7. *Save Grid Data Report*



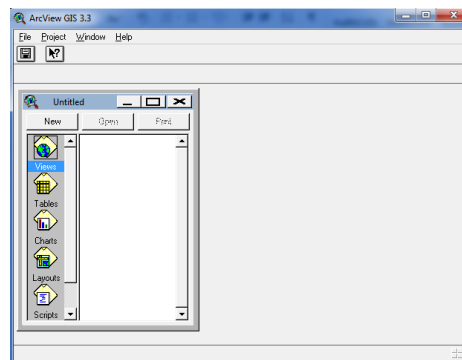


11. Mengkompail peta, blok semua peta → *Map* → *Overlay map*  
 → klik *Map* di *object manager* → *Limits* → pada *Spatial Extents*, x dan y (min, max) diganti dengan *Limits* peta awal tersebut.

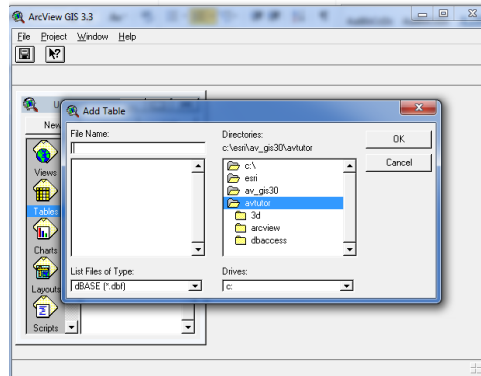


## E. Mencari Nilai jarak Sayatan tiap Slice Menggunakan *Software ArcView 3.3*

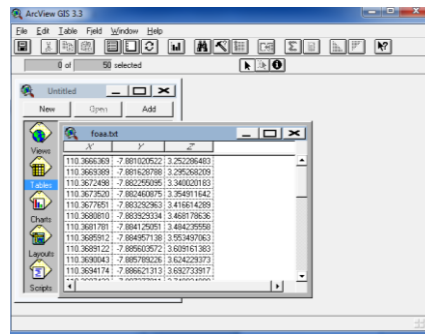
1. Buka aplikasi *software ArcView 3.3* maka akan muncul:



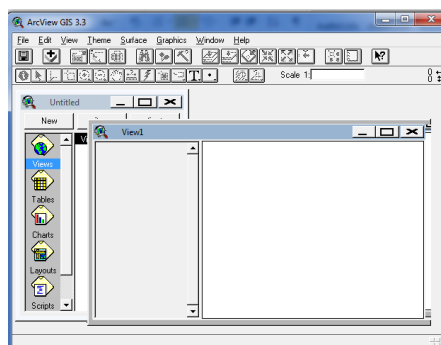
2. Klik *Table* → *add* maka akan muncul



3. Cari file data dalam bentuk txt, kemudian dipilih dan klik *Oke*, maka akan muncul:

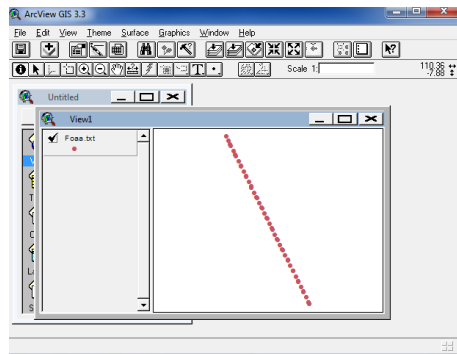


4. Klik *View* → *New*, maka akan muncul :

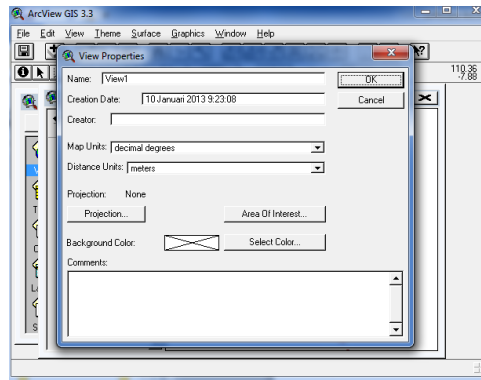


5. Klik *View* → *Add Event Theme* → klik hasil titik samping kiri.

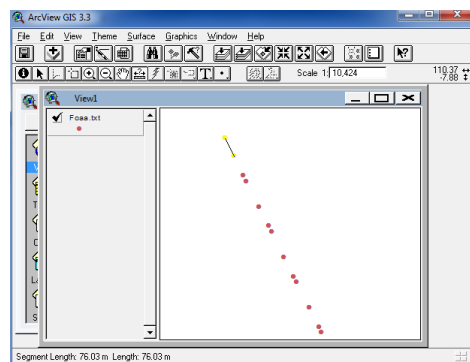




6. Klik *Select Feature* → *View* → *Properties* → *Map units* (pilih *decimal degrees*) → *Distance units* (*meters*) → *Oke*.



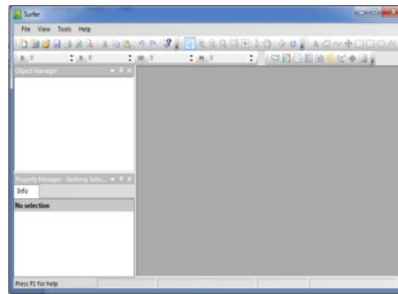
7. Blok titik yang akan dicari jaraknya → klik *Measure*



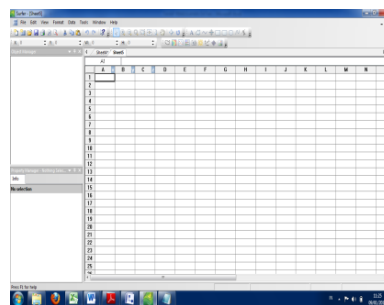
## F. Pembuatan Model Profil Penampang Menggunakan *Software Surfer 10*.

Model profil penampang ada 2 jenis hubungan, yaitu :

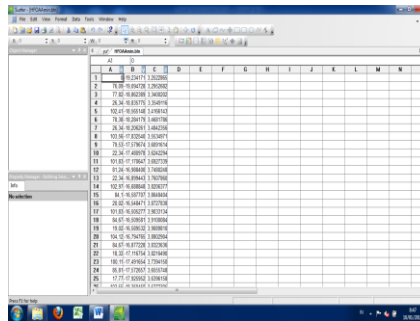
- a. Hubungan antara ketebalan sedimen, jarak sayatan (A-A', B-B', dan C-C'), dan periode dominan tanah.
  - b. Hubungan antara frekuensi dominan tanah, jarak sayatan (A-A', B-B', dan C-C'), dan amplitudo dominan tanah.
1. Buka aplikasi *Software Surfer 10*, maka akan muncul:



2. Klik *File* → *New* → *Worksheet*

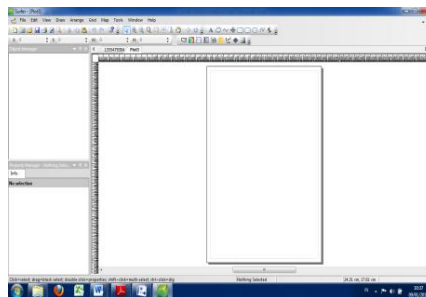


3. Pada kolom 'x' diisi data jarak sayatan, kolom 'y' diisi data ketebalan sedimen, dan kolom 'z' diisi dengan frekuensi dominan.



4. *Save* dalam bentuk BLN.

5. Klik *File* → *New* → *Plot*

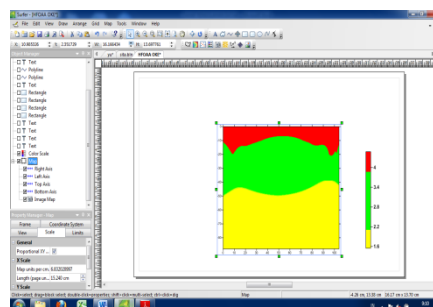


6. *Grid* → *Data* → pilih data bln → *Open* → *Oke* , maka menghasilkan *file* tipe GRD.

7. *Save Grid Data Report*

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

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



**LAMPIRAN 5**

**FOTO-FOTO LOKASI DAN PENGAMBILAN DATA**

