

**ANALISA DATA MIKROTREMOR UNTUK IDENTIFIKASI
PERCEPATAN TANAH DAN RESONANSI BANGUNAN DI
JALUR SESAR OPAK KABUPATEN BANTUL,
YOGYAKARTA**

SKRIPSI

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Mencapai Derajat Sarjana S-1**

Program Studi Fisika



Diajukan Oleh:

**PINGKI ARISTA
NIM.11620018**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UIN SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2015**



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal :

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 : Pingki Arista
NIM : 11620018
Judul Skripsi : Analisa Data Mikrotremor untuk Identifikasi Percepatan Tanah dan Resonansi Bangunan di Jalur Sesar Opak Kabupaten Bantul, Yogyakarta

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 Fisika

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, 5 Agustus 2015

Pembimbing

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : Pingki Arista

NIM : 11620018

Program Studi: Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa skripsi saya yang bertujuan **“Analisa Data Mikrotremor Untuk Identifikasi Percepatan Tanah dan Resonansi Bangunan di Jalur Sesar Opak Kabupaten Bantul, Yogyakarta”** adalah asli hasil penelitian saya sendiri dan bukan plagiasi hasil karya orang lain.

Yogyakarta, 7 Agustus 2015

Yang menyatakan



Pingki Arista

NIM.11620018



PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/2431/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Analisa Data Mikrotremor untuk Identifikasi Percepatan Tanah dan Resonansi Bangunan di Jalur Sesar Opak Kabupaten Bantul, Yogyakarta.

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Pingki Arista
NIM : 11620018
Telah dimunaqasyahkan pada : 19 Agustus 2015
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

Muhammad Faizal Zakaria, S.Si., M.T.

Penguji II

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

Yogyakarta, 24 Agustus 2015
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
Dekan



Dr. Hj. Maizer Said Nahdi, M.Si.
NIP. 19550427 198403 2 001

MOTTO

- ❖ **Kesuksesan bukanlah sebuah eskalator, tetapi ibarat sebuah tangga, kamu tidak akan bisa mencapainya dengan hanya berdiam diri saja layaknya manaiki sebuah eskalator, melainkan harus berusaha untuk benar-benar sampai puncak layaknya sebuah tangga....**
- ❖ **Setiap kesuksesan pasti selalu ada Perjuangan, Keringat, Doa, dan Air Mata..Tetap berusaha dan terus berusaha..:)**

PERSEMBAHAN

Karya ini saya persembahkan kepada:

- **Kedua orang tuaku yang tiada henti selalu mendoakan. Yang selalu menjadi penyemangat hidupku..**
- **Seluruh keluarga,,adik dan kakakku tersayang...**
- **Pak Budi Nugroho Wibowo..Pembimbing yang baik hati, pembimbing yang terbaikk...**
- **Ridho Ade Kapindho...makasih atas kesabarannya selama ini..**
- **Seluruh teman-teman Fisika 2011..makasih selama ini sudah menjadi keluarga selama di Jogja..**
- **Ifun, Mas Ary, Bonita, Tete Afni...makasih sudah bantu dilapangan...tetap Semangat!!**
- **My best friends..Si ndut Arika, Ifun, Sumi, adx Ahmad, Nanda, Khodijah, Zulfi, Tete Afni, Bonita, Ervan, dll suksess selaluu ya buat kita semua..**
- **Ifa dan Pipit UNY makasih sudah membantu Matlabnya...**
- **Mba hani,, My partner**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah hirobbil‘aalamiin, segala Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan pertolongan-Nya, sehingga penyusunan laporan skripsi yang berjudul **“Analisa Data Mikrotremor Untuk Identifikasi Percepatan Tanah dan Resonansi Bangunan di Jalur Sesar Opak Kabupaten Bantul, Yogyakarta”** ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I (S1).

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

1. Prof. Drs. H. Akh. Minhaji, MA, Ph. D selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Fisika.
3. Bapak Nugroho Budi Wibowo, M.Si, selaku pembimbing yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran, keterbukaan, saran serta arahan demi terselesainya laporan skripsi ini.
4. Faisal Zakaria, M.T, selaku penguji I yang selalu memberikan bimbingan dan saran yang baik dalam laporan skripsi ini.
5. Asih Melati, M.Sc, selaku penguji II yang selalu membimbing dalam perkuliahan.
6. Seluruh Staff Tata Usaha dan Karyawan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi yang secara langsung maupun tidak langsung sudah membantu terselesaikannya skripsi ini.
7. Teman-teman Fisika khususnya bidang minat Geofisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang selalu membantu dan memberikan dukungan kepada penyusun.

Penyusun juga menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih jauh dari sempurna, namun demikian penyusun berharap bahwa semoga laporan ini memberikan manfaat kepada pembaca.

Amin yaa Robbal'Alamin....

Yogyakarta, 7 Agustus 2015

Penulis

Pingki Arista



Analisa Data Mikrotremor Untuk Identifikasi Percepatan Tanah dan Resonansi Bangunan di Jalur Sesar Opak Kabupaten Bantul, Yogyakarta

Pingki Arista
11620018

Intisari

Analisis mikrotremor dilakukan di Jalur sesar Opak, karena sesar opak merupakan jalur yang membahayakan terhadap gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai percepatan tanah, nilai resonansi bangunan serta mengetahui tingkat kerentanan bangunan berdasarkan nilai resonansi di Jalur Sesar Opak. Akusisi lapangan dilakukan sepuluh bangunan dengan delapan fasilitas umum dan dua rumah warga yang memiliki sejarah kegempaan pada gempabumi 2006 silam serta sepuluh titik tanah yang memiliki kondisi bawah permukaan setiap bangunan. Akusisi ini digunakan alat *Portable Digital Seismograph* tipe TDL-303S. Pada penelitian ini menggunakan metode FSR untuk pengolahan data mikrotremor bangunan sedangkan pengolahan data mikrotremor tanah menggunakan metode HVSr. Analisis Percepatan getaran tanah maksimum (PGA) menggunakan metode Sung dan Peng, kejadian gempabumi yang digunakan yakni gempabumi 27 Mei 2006.

Penelitian ini dihasilkan nilai percepatan tanah yang memiliki tingkat resiko besar dua sebesar 153-190 gal di titik A1(110.36076° BT, 7.924778 °LS), E1(110.37724° BT, 7.901428 °LS), F1(110.38586° BT, 7.889926 °LS), dan P6(110.39386° BT, 7.875422 °LS), untuk tingkat resiko besar tiga dengan nilai PGA sebesar 213-252 gal sebanyak 5 titik yaitu B1(110.3541° BT, 7.94005 °LS), C1(110.34338° BT, 7.95815 °LS), D1(110.33331° BT, 7.975559 °LS), P2(110.3213° BT, 7.987975 °LS), dan P3(110.31568° BT, 7.991791 °LS). Sedangkan yang memiliki tingkat resiko sangat besar satu dengan nilai PGA sebesar 310 gal yaitu di titik pengukuran P1(110.30491° BT, 7.999525 °LS). Selain itu didapatkan taksiran resonansi bangunan sebesar 12%-750% untuk komponen EW dan 15%- 496% untuk komponen NS dan juga dihasilkan tingkat kerentanan bangunan rendah pada sembilan bangunan diantaranya titik A1(110.36076° BT, 7.924778 °LS), B1(110.3541° BT, 7.94005 °LS), C1(110.34338° BT, 7.95815 °LS), D1(110.33331° BT, 7.975559 °LS), E1(110.37724° BT, 7.901428 °LS), F1(110.38586° BT, 7.889926 °LS), P1(110.30491° BT, 7.999525 °LS), P2(110.3213° BT, 7.987975 °LS), dan P3(110.31568° BT, 7.991791 °LS) dan tingkat kerentanan tinggi pada satu bangunan yaitu titik P6(110.39386° BT, 7.875422 °LS).

Kata-kata kunci: FSR, Mikrotremor, Sesar Opak

MIKROTREMOR DATA ANALYSIS FOR IDENTIFICATION GROUND ACCELERATION AND BUILDING RESONANCE AT OPAK FAULT LINE KABUPATEN BANTUL, YOGYAKARTA

Pingki Arista
11620018

Abstract

Mikrotremor analysis performed at Opaque Fault line, because of the fault lines of opaque is the path of harm to earthquakes. The aims of this study are for determine the value of ground acceleration, resonance value of the building and to know level vulnerabilities of a building based on resonance value at Opaque Fault line. Field acquisition performed of ten buildings with an eight public facilities and two houses which has a seismicity history in 2006 earthquakes ago and tenpoint of ground that has subsurface conditions of each building. This acquisition is used Portable Digital Seismograph types TDL-303S. This study is using the FSR methods to processing building mikrotremor data while the ground mikrotremor data processed using HVSR methods. Analysis of peak ground acceleration (PGA) using Sung and Peng methods, event of an earthquake that used is the earthquake May 27, 2006.

This study resulted in the value of the ground acceleration that has a large level two risk at 153-190 gal at point A1(110.36076° BT, 7.924778 °LS), E1(110.37724° BT, 7.901428 °LS), F1(110.38586° BT, 7.889926 °LS), and P6(110.39386° BT, 7.875422 °LS), for large level three risk with PGA value at 213-252 gal total 5 points that is B1(110.3541° BT, 7.94005 °LS), C1(110.34338° BT, 7.95815 °LS), D1(110.33331° BT, 7.975559 °LS), P2(110.3213° BT, 7.987975 °LS), and P3(110.31568° BT, 7.991791 °LS). While that has the level of risk is very large one with a PGA score at 310 gal that is at points of measurement P1(110.30491° BT, 7.999525 °LS). In addition it got the estimated of buildings resonance 12% -750% for EW component and 15% - 496% for the components of NS and also resulting a low level of vulnerability of buildings in the nine buildings of which points A1(110.36076° BT, 7.924778 °LS), B1(110.3541° BT, 7.94005 °LS), C1(110.34338° BT, 7.95815 °LS), D1(110.33331° BT, 7.975559 °LS), E1(110.37724° BT, 7.901428 °LS), F1(110.38586° BT, 7.889926 °LS), P1(110.30491° BT, 7.999525 °LS), P2(110.3213° BT, 7.987975 °LS), P3(110.31568° BT, 7.991791 °LS) and the high level of vulnerability in a building that is point P6(110.39386° BT, 7.875422 °LS).

Key words : FSR, Mikrotremor, Opaque Fault

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	ix
ABSTRAKSI	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat penelitian	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Pustaka	9
2.2 Tinjauan Lokasi Penelitian	11
2.2.1 Kecamatan Pundong	11
2.2.2 Kecamatan Pleret	13
2.2.3 Kecamatan Kretek.....	14
2.2.4 Kecamatan Jetis	15

2.3 Tinjauan Geologi Regional Yogyakarta dan Sekitarnya	16
2.4 Gempabumi.....	18
1. Pengertian Gempabumi.....	18
2. Jenis Gempabumi	19
2.5 Gelombang Seismik	20
2.6 Mikrotremor	23
2.7 HVSR.....	25
2.8 FSR	26
2.9 Resonansi	27
2.10 Frekuensi Natural	28
2.11 Respon Bangunan Terhadap Getaran Tanah	29
2.12 Amplifikasi.....	30
2.13 Transformasi Fourier, DFT dan FFT	31
2.14 Penghalusan Data (<i>Smoothing</i>).....	38
2.15 Percepatan Getaran Tanah.....	40
2.16 Guncangan Dahsyat Dalam Perspektif Islam	43
2.17 Suatu Barisan Dalam Perspektif Islam	44
 BAB III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	46
3.2 Persiapan Alat dan Bahan.....	47
3.3 Metode Penelitian	48
3.3.1 Diagram Alir Penelitian	48
3.3.2 Tahap Pengambilan Data Penelitian.....	49
3.3.3 Tahap Pengolahan Data	55
3.3.4 Analisa Kerentanan Bangunan	61
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian.....	62

4.2 Pembahasan	65
4.2.1 Percepatan Tanah di Jalur Sesar Opak	66
4.2.2 Resonansi Bangunan di Jalur Sesar Opak	67
4.2.3 Tingkat Kerentanan Bangunan di Jalur Sesar Opak.....	67
4.3 Integrasi Interkoneksi Bangunan Kokoh Merupakan Bangunan Tahan Gempa	70
BAB VI. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	72
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Jumlah Kerusakan Bangunan Rumah dan Korban Jiwa di Kabupaten Bantul Akibat Gempabumi 27 Mei 2006	4
Tabel 2.1 Tingkat Resiko Gempa	42
Tabel 4.1 Hasil Data Pengukuran	62



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Satuan Seismotektonik Indonesia	3
Gambar 2.1 Peta Satuan Seismotektonik Indonesia	17
Gambar 2.2 Sketsa Jenis Pertemuan Lempeng Tektonik	18
Gambar 2.3 (a). Ilustrasi Gerak Partikel Gelombang Primer; (b) Ilustrasi Gerak Partikel Gelombang Sekunder.....	22
Gambar 2.4 (a). Ilustrasi Gerak Partikel Gelombang Love; (b) Ilustrasi Gerak Partikel Gelombang Rayleigh	23
Gambar 2.5 Tampilan Mikrotremor Pada Perangkat Lunak.....	25
Gambar 2.6 Analisa <i>Horizontal to Vertical Spectrum ratio</i> (HVSr).....	26
Gambar 2.7 Respon Bangunan saat Terjadi Gempa	29
Gambar 2.8 (a). Sinyal <i>Input</i> b).Sinyal <i>Output</i> dengan 11 titik <i>Moving Average</i>	39
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	48
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengambilan Data di Lapangan.....	49
Gambar 3.3 Titik-titik Lokasi Penelitian	50
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan Data Penelitian	57
Gambar 3.5 Pengolahan Data Bangunan Metode FSR	58
Gambar 3.6 Pengolahan Data Tanah Metode HVSr.....	59
Gambar 4.1 Proses Analisis Data Mikrotremor Metode HVSr menggunakan Matlab R2010a	63
Gambar 4.2 Diagram Batang Frekuensi Tanah, Frekuensi Bangunan E_w dan N_s	64

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	77
Hasil Data Pengukuran	77
Perhitungan Nilai Resonansi (R)	78
Perhitungan Nilai Priode (T).....	79
Perhitungan Nilai Percepatan Tanah (<i>a</i>).....	80
Hasil Kurva Hasil Pengolahan Bangunan dan Tanah	83
LAMPIRAN 2	96
Langkah-langkah Analisis Mikrotremor Menggunakan Metode HVSR dan FSR	96
LAMPIRAN 3	110
Listing Program <i>Radix-64</i>	110
LAMPIRAN 4	113
Pengolahan Data dengan FFT <i>Radix-2</i>	113

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

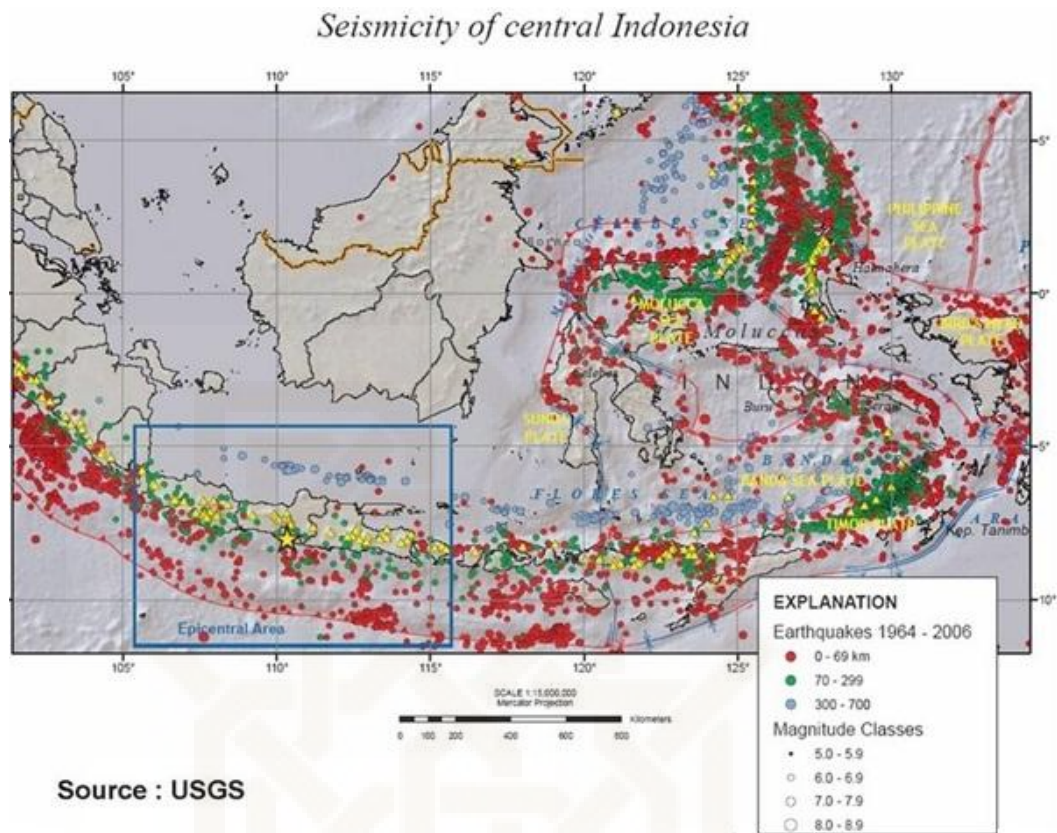
Menurut teori lempeng tektonik, permukaan bumi terpecah menjadi beberapa lempeng tektonik besar. Oleh sebab itu, lempeng tektonik ini bebas untuk bergerak dan saling berinteraksi satu sama lain sehingga dapat terjadi peristiwa gempabumi. Peristiwa gempabumi ini sesuai dengan apa yang terdapat di Al-Quran. Allah berfirman:

إِذَا زُلْزِلَتِ الْأَرْضُ زِلْزَالَهَا (1) وَأُخْرِجَتِ الْأَرْضُ أَثْقَالَهَا (2)

“Apabila bumi diguncangkan dengan guncangannya (yang dahsyat), dan bumi telah mengeluarkan beban-beban berat (yang dikandung) nya”(QS. Al-Zalzalah 1-2)”.

Pulau Jawa terbagi menjadi 2 lajur Seismotektonik yaitu lajur tunjaman Selatan Jawa (Jawa Barat bagian barat dan Sumatera) dan seismotektonik sesar-sesar aktif daratan Jawa (Jawa Barat bagian barat – Jawa Tengah – Jawa Timur) (Soehaimi, 2008:227). Lajur seismotektonik sesar aktif daratan Jawa berhubungan erat dengan keberadaan struktur sesar aktif, diantaranya lajur seismotektonik sesar aktif Banten, lajur seismotektonik sesar aktif Cimandiri, lajur seismotektonik sesar aktif Citarik, lajur seismotektonik sesar aktif Baribis, lajur seismotektonik sesar aktif Citanduy, Lajur seismotektonik sesar aktif Bumiayu, Lajur seismotektonik Kebumen – Semarang - Jepara, lajur

seismotektonik sesar aktif Lasem, lajur seismotektonik sesar aktif Rawapening, lajur seismotektonik sesar aktif Opak, lajur seismotektonik sesar aktif Pacitan, lajur seismotektonik sesar aktif Wonogiri, lajur seismotektonik sesar aktif Pasuruan, dan lajur seismotektonik sesar aktif Jember. Untuk wilayah Yogyakarta terdapat beberapa sistem sesar yang diduga masih aktif yaitu Sesar Opak, Sesar Oya, Sesar Dengkeng, Sesar Progo, serta sesar mikro lainnya yang belum teridentifikasi. Aktifnya dinamika penyusupan lempeng yang didukung oleh aktivitas sesar di daratan menyebabkan daerah Yogyakarta menjadi salah satu daerah dengan tingkat aktivitas kegempaan yang tinggi di Indonesia. Aktivitas seismisitas Daerah Yogyakarta tampak didominasi oleh gempabumi dangkal (kedalaman kurang dari 60 kilometer) dan gempabumi menengah (kedalaman antara 60 -300 kilometer). Aktivitas gempabumi dangkal jika magnitudonya besar ($M > 6,0$) dinilai berbahaya dan dapat menimbulkan kerusakan. Sebaran gempabumi dengan kedalaman menengah tampak terkonsentrasi di Samudera Indonesia dan daerah pesisir selatan Yogyakarta. Sebaran gempabumi kedalaman menengah ini dinilai kurang berbahaya, karena hiposenternya yang relatif dalam dan pengaruhnya terhadap permukaan tidak terlalu signifikan. Gempabumi dalam dengan kedalaman di atas 300 kilometer dinilai tidak membahayakan mengingat aktivitasnya yang sangat dalam (Daryono, 2010).



Gambar 1.1 Peta satuan Seismotektonik Indonesia (USGS, 2003)

Daerah Bantul secara tektonik merupakan salah satu kawasan gempa bumi aktif di Indonesia. Sejarah kegempaan Jawa menunjukkan bahwa sejak dahulu, Kabupaten Bantul merupakan kawasan yang selalu mengalami kerusakan parah setiap terjadi gempa bumi kuat. Pada gempa bumi 2006 Kecamatan yang mengalami kerusakan terparah di Kabupaten Bantul yaitu Kecamatan Sewon sekitar 16.777 bangunan hancur dan korban jiwa sebanyak 675 jiwa orang, dan Kecamatan yang mengalami kerusakan terparah ke 2 yaitu Kecamatan Jetis sekitar 13.966 bangunan hancur dan korban jiwa sebanyak 869 jiwa orang. Meskipun kekuatan gempa bumi relatif kecil ($M_w = 6,4$), tetapi mengakibatkan

3.779 orang meninggal dan 143.135 orang kehilangan tempat tinggal di Kabupaten Bantul (Tabel 1.1).

Terdapat beberapa data kerusakan bangunan dan korban jiwa di Kabupaten Bantul akibat gempa bumi 27 Mei 2006 ditunjukkan pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Jumlah kerusakan bangunan rumah dan korban jiwa di Kabupaten Bantul akibat gempa bumi 27 Mei 2006 (OCHA, 2006).

Kecamatan	Kerusakan Rumah (Hancur dan rusak berat)	Korban Jiwa	
		Meninggal Dunia	Luka Berat
Srandakan	3.396	5	9
Canden	2.149	2	25
Kretek	5.786	18	130
Pundong	8.696	333	200
Bambanglipuro	9.319	548	0
Pandak	8.726	88	216
Bantul	12.046	234	167
Jetis	13.966	646	223
Imogiri	11.018	119	247
Dlingo	4.757	6	581
Pleret	10.461	684	4077
Piyungan	10.315	154	605
Banguntapan	13.789	363	949
Sewon	16.777	425	250
Kasihani	6.447	54	193
Pajangan	3.444	34	86
Sedayu	2.043	1	15
Jumlah	143.135	3.779	8.315

Gempabumi tidak dapat diprediksi kapan dan dimana terjadi, namun efek kerusakan yang diakibatkan gempa bumi dapat diminimalisir. Berdasarkan data kerusakan bangunan, kerusakan parah akibat gempa bumi terkonsentrasi di daerah

Bantul. Berdasarkan sejarah menunjukkan bahwa getaran dirasakan di kota Yogyakarta sangat dahsyat mencapai skala intensitas VIII hingga IX MMI (Daryono, 2010). Penelitian ini menganalisa data mikrotremor yang berguna untuk mengidentifikasi PGA dan resonansi bangunan di jalur Sesar Opak Kabupaten Bantul Yogyakarta. Apabila nilai PGA besar dan memiliki nilai resonansi bangunan kecil maka bangunan tersebut memiliki tingkat kerentanan bangunan yang tinggi. Perhitungan nilai PGA dilakukan menggunakan Metode Sung dan Peng. Penelitian dilakukan di jalur Sesar Opak, karena Sesar Opak merupakan jalur yang sangat membahayakan. Informasi mengenai nilai PGA telah dilakukan oleh Karbani pada tahun 2012 menggunakan metode Kanai, akan tetapi informasi mengenai nilai PGA dengan metode Sung dan Peng belum pernah dilakukan sebelumnya, dan nilai resonansi bangunan di wilayah tersebut masih sangat terbatas, dan juga belum adanya informasi mengenai tingkat kerentanan bangunan berdasarkan nilai resonansi di Jalur Sesar Opak. Penelitian ini menggunakan pengukuran mikrotremor untuk menentukan nilai resonansi bangunan, dan priode dominan tanah. Untuk resonansi bangunan menggunakan metode FSR, sedangkan pada priode dominan tanah menggunakan analisis HVSR. Metode HVSR (*Horizontal to Vertical Fourier Amplitude Spectral Ratio*) telah digunakan secara luas dalam bidang seismik. Sedangkan metode FSR yaitu teknik yang paling ideal dalam penentuan karakterisasi dinamika bangunan. Penggunaan metode FSR telah dilakukan oleh Dian dkk pada tahun 2012 yang menghasilkan tingkat resonansi rendah pada sembilan bangunan dan tingkat resonansi sedang pada satu bangunan di wilayah Surabaya. Hasil analisis spektrum komponen

horizontal digunakan untuk pengolahan data FSR. Sehingga didapatkan frekuensi natural bangunan yang diestimasi dari puncak FSR tertinggi dan dikorelasikan dengan frekuensi natural bangunan hasil analisis spektrum. Nilai frekuensi FSR bangunan ditemukan dari frekuensi horisontal bangunan dibagi dengan frekuensi horisontal tanah. Maka dari itu pada penelitian ini menggunakan metode FSR yang berguna untuk mengevaluasi bangunan yang terdampak gempa bumi 2006 (Dian Nur Aini dkk, 2012:3).

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapakah nilai percepatan tanah di jalur Sesar Opak?
2. Berapakah nilai resonansi bangunan di jalur Sesar Opak?
3. Bagaimana tingkat kerentanan bangunan berdasarkan nilai resonansi di jalur Sesar Opak?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui nilai percepatan tanah di jalur Sesar Opak.
2. Mengetahui nilai resonansi bangunan di jalur Sesar Opak.
3. Mengetahui tingkat kerentanan bangunan berdasarkan nilai resonansi di jalur Sesar Opak.

1.4 Batasan masalah

Ruang lingkup masalah yang diamati pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan dalam studi ini berupa data mikrotremor dengan koordinat geografis -7.875422° LS s.d -7.999525° LS dan 110.304912° BT s.d 110.393855° BT.
2. Mengolah data mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to vertical spectral ratio* (HVSr) pada tanah dan metode FSR pada bangunan. Analisis Percepatan getaran tanah maksimum (PGA) dengan metode Sung dan Peng, kejadian gempabumi yang digunakan yakni gempabumi 27 Mei 2006, dengan posisi episenter pada 110.32° BT dan 8.03° LS dengan $M=5,9$ SR dan $h=11,3$ Km.
3. Mikrotremor diukur menggunakan Seismometer Tipe TDV-23S.
4. Pengambilan dan pengolahan data mikrotremor mengacu pada aturan yang ditetapkan oleh SESAME *European Research Project*.
5. Penentuan titik sampel berada di jalur Sesar Opak di wilayah Kecamatan Kretek sampai Kecamatan Pleret sebanyak 23 titik (bangunan dan tanah).
6. Klasifikasi bangunan yaitu bangunan permanen berlantai 1 dan berlantai 2 dan memiliki sejarah kegempaan pada tahun 2006 silam (rusak berat, ringan, dan sedang).
7. Nilai PGA digunakan untuk mengetahui zonasi resiko kerusakan dengan referensi data penelitian di Jalur Sesar Opak.

1.5 Manfaat penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi tentang tingkat kerentanan bangunan di jalur sesar khususnya di Kecamatan Kretek sampai Kecamatan Pleret apabila terjadi kembali peristiwa gempa bumi tahun 2006.
2. Dengan mengetahui tingkat kerentanan bangunan di jalur sesar tepatnya di Kecamatan Kretek sampai Kecamatan Pleret maka dapat digunakan sebagai bahan acuan bagi pemerintah daerah dalam merancang pembangunan tahan gempa.
3. Memberitahu masyarakat agar lebih berantisipasi apabila ditemukan bangunan yang rentan, yaitu dengan dilakukan perkuatan struktur bangunan.

BAB V

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai percepatan tanah dari 10 titik pengukuran bangunan tersebut ditemukan tingkat resiko besar dua yang memiliki nilai PGA sebesar 153,00-190,77 gal di titik A1 (Masjid Darrusalam, Jetis), E1 (Rumah Ibu Sakinah, Jetis), F1 (Bangunan Pos Ronda, Cakruk, Jetis), dan P6 (Masjid Wonokromo Pleret), untuk tingkat resiko besar tiga dengan nilai PGA sebesar 213,98-252,23 gal sebanyak 5 titik yaitu B1 (Bangunan Pupuk Kandang, Patalan, Jetis), C1 (Bangunan Kantor Unit Opak Hilir, Pundong), D1 (Masjid Mukhlisin, Pundong), P2 (Rumah ibu Sri, Pundong), P3 (Masjid Al- Falah, Kretek). Sedangkan untuk bangunan yang memiliki tingkat resiko sangat besar satu dengan nilai PGA sebesar 310,51 gal yaitu di titik pengukuran P1 (Masjid Al-Mukhlisin, Kretek).
2. Dari 10 titik pengukuran di jalur Sasar Opak memiliki nilai resonansi bangunan sebesar 12,38%-750,00% untuk komponen EW dan 15,04%-496,29% untuk komponen NS.
3. Dari 10 bangunan yang dijadikan titik pengukuran yang memiliki potensi kerusakan bangunan untuk studi kasus gempabumi 2006 yaitu terdapat tingkat kerentanan bangunan tinggi sekitar 10% dan untuk tingkat kerentanan bangunan rendah sekitar 90%.

5.2 Saran

Untuk penelitian sejenis mendatang disarankan menambahkan titik pengukuran sampai Kecamatan Piyungan di Jalur Sesar Opak, Kabupaten Bantul, Yogyakarta.



DAFTAR PUSTAKA

- Aini, Nur D, dkk. 2012. Penaksiran resonansi tanah dan bangunan menggunakan analisis mikrotremor wilayah Surabaya Jawa Timur. *Mikrotremor*, 1:2-3
- Aster, Rick, 2011, *The Seismic Wave Equation*, New Mexico Tech, Socorro
- BPS, (1 Maret 2014). *Sistem Informasi Manajemen Kewilayahan Berbasis Webgis Kabupaten Bantul*. Diakses pada tanggal 18 Maret 2015 dari <http://Kewilayahan.Bantulkab.go.id>
- Coburn A, and Spence R, 2002. *Earthquake Protection*. 2nd ed. John Wiley & Sons, Cambridge.
- Daryono Sucipto. 2010. Zona Rawan 'Local Site Effect' Gempabumi di Yogyakarta. *Kebencanaan Indonesia*, 2: 1
- Departemen Pekerjaan Umum, 2006, *Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa*, Cipta Karya, Jakarta
- Douglas, John, 2004, *Imperial College*, Departemen of Civil, London
- Fauzi et al. 2005. Tabel Resiko Gempa. *Teknik Pomits*, 1:4
- Gosar, A. 2007. *Microtremor HVSR Study for Assessing Side effects in the Bovec Basin (NW Slovenia) Related to 1998 M_W 5.6 and 2004 M_W 5.2 Earthquake*. ELSEIVER Engginering Geology 91 (2007) 178-193.
- Laberrta, 2013, *Mikrozonasi indeks kerentanan seismik berdasarkan analisis mikrotremor di Kecamatan Jetis*. (Skripsi), Universitas Negri Yogyakarta, Yogyakarta

- Manolakis, Dimitris & Vinay Ingle, 2011, *Applied Digital Signal Processing Theory and Practice*. (Tesis), Cambridge University Press, Cambridge
- Nakamura, Y. 1989. *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Microtremor on the Ground Surface*. Japan: Quarterly Report of Railway Tectonical Rresearch Institute (RTRI), **30**: 1
- Nakamura, Y. Gurler, Dilek, E. Saita, Jun. Rovelli, Antonio. Donati, Stefano. 2000. *Vulnerability Investigation of Roman Colosseum Using Microtremor*. 12WCEE.
- Nakamura, Y., Sato, T., and Nishnaga, M. 2000. *Local Site Effect of Kobe Based on Microtremor Measurement*. Palm Springs California: Proceeding of the sixth International Conference on Seismic Zonation EERI
- OCHA, 2006, *Number of Earthquake Victim Bantul District*, Yogyakarta, OCHA Country Office, Indonesia
- Sears WF and Zemansky WM, 1994, *Fisika Untuk Universitas*, Binacipta, Jakarta
- Soehaimi. 2008. Seismotektonik dan potensi kegempaan wilayah Jawa. *Seismotektonik*, **3**:227-228
- Sonjaya, Irman. 2008. *Pengenalan Gempabumi*. Yogyakarta: BMKG
- Thomson, 2006, *Geology of the Oceans*. Utah : Brooks / Gole Publishing Company
- Tipler P, 1991, *Fisika Untuk Sains dan Teknik*, Erlangga, Jakarta
- Tuladar, R. 2002. *Seismik Microzonation of greater Bangkok using microtremor observations*. (Thesis), Asian Institute of Technology School of Civil Enginnering, Thailand

UN-Habitat, 2006. *Guidelines for Earthquake Resistant Construction of Non-Engineered Rural and Suburban Masonry Uses in Cement Sand Mortar in Earthquake Affected Areas*, Draft version.

Wahyuni, Ayusari. 2013. *Pengukuran frekuensi natural pada sebuah gedung bertingkat untuk mengetahui ketahanan bangunan akibat gempabumi*. (Skripsi), UGM Yogyakarta

<http://www.BMKG.go.id/BMKG-Pusat/Geofisika/Gempabumi.BMKG>, diakses pada tanggal 18 Maret 2015.



Lampiran 1

Tabel 5. Nilai Resonansi Bangunan, Percepatan Tanah, dan Kerentanan Resonansi Bangunan dan Tingkat Resiko Kerusakan di Jalur Sesar Opak.

No	Lokasi	Titik	Y(longitude)	X(latitude)	Sejarah gempa 2006	% Resonansi		Tingkat kerentanan bangunan	Percepatan tanah(gal)	Tingkat resiko kerusakan
						Ew	Ns			
1	Masjid Darussalam,Jetis	A1	110,36076	-7,924778	Rusak berat	55,76	17,30	Rendah	190,77	Resiko besar dua
2	Bangunan pupuk kandang,Patalan,Jetis	B1	110,3541	-7,940055	Rusak sedang	107,40	496,29	Rendah	217,5	Resiko besar tiga
3	Bangunan Kantor Unit Opak Hilir,Pundong	C1	110,34338	-7,95815	Rusak sedang	278,26	26,08	Rendah	236,63	Resiko besar tiga
4	Masjid Mukhlisin, Pundong	D1	110,33331	-7,975559	Rusak ringan	114,28	290,47	Rendah	252,23	Resiko besar tiga
5	Rumah Ibu Sakinah, Jetis	E1	110,37724	-7,901428	Rusak berat	73,68	23,30	Rendah	166,37	Resiko besar dua
6	Bangunan Pos Ronda,Cakruk,Jetis	F1	110,38586	-7,889926	Rusak ringan	134,69	69,38	Rendah	169,70	Resiko besar dua
7	Masjid Al-Mukhlisin, Kretek	P1 lantai ke-1	110,30491	-7,999525	Rusak ringan	341,66	141,66	Rendah	310,51	Resiko sangat besar satu
		P1 lantai ke-2			Rusak ringan	750,0	291,67	Rendah		
8	Rumah Ibu Sri, Pundong	P2 lantai ke-1	110,3213	-7,987975	Rusak ringan	37,59	57,89	Rendah	213,98	Resiko besar tiga
		P2 lantai ke-2			Rusak sedang	13,53	56,39	Rendah		
9	Masjid Al-Falah, Kretek	P3 lantai ke-1	110,31568	-7,991791	Rusak ringan	7,14	167,85	Rendah	246,05	Resiko besar tiga
		P3 lantai ke-2			Rusak ringan	467,85	339,28	Rendah		
10	Masjid Wonokromo, Pleret	P6	110,39386	-7,875422	Rusak sedang	12,38	15,04	Tinggi	153,00	Resiko besar dua

1. Menghitung resonansi :

$$1. A1 \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{0,92 - 2,08}{2,08} \right| \times 100\% = 55,76\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{2,44 - 2,08}{2,08} \right| \times 100\% = 17,30\%$$

$$2. B1 \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{2,24 - 1,08}{1,08} \right| \times 100\% = 107,40\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{6,44 - 1,08}{1,08} \right| \times 100\% = 496,29\%$$

$$3. C1 \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{3,48 - 0,92}{0,92} \right| \times 100\% = 278,26\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{0,68 - 0,92}{0,92} \right| \times 100\% = 26,08\%$$

$$4. D1 \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{1,8 - 0,84}{0,84} \right| \times 100\% = 114,28\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{3,28 - 0,84}{0,84} \right| \times 100\% = 290,47\%$$

$$5. E1 \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{1,4 - 5,32}{5,32} \right| \times 100\% = 73,68\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{4,08 - 5,32}{5,32} \right| \times 100\% = 23,30\%$$

$$6. F1 \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{4,6 - 1,96}{1,96} \right| \times 100\% = 134,69\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{0,6 - 1,96}{1,96} \right| \times 100\% = 69,38\%$$

$$7. P1 \text{ Lantai ke-1} \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{2,12 - 0,48}{0,48} \right| \times 100\% = 314,66\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{1,16 - 0,48}{0,48} \right| \times 100\% = 141,66\%$$

$$8. P1 \text{ Lantai ke-2} \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{4,08 - 0,48}{0,48} \right| \times 100\%$$

= 750,00 %

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS - ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{1,88 - 0,48}{0,48} \right| \times 100\% = 291,667\%$$

$$9. \text{ P2 Lantai ke-1} \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{7,32-5,32}{5,32} \right|$$

$$\times 100\% = 37,59\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{8,4-5,32}{5,32} \right| \times 100\% = 57,89\%$$

$$10. \text{ P2 Lantai ke-2} \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{4,6-5,32}{5,32} \right| \times$$

$$100\% = 13,53\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{8,32-5,32}{5,32} \right| \times 100\% = 56,39\%$$

$$11. \text{ P3 Lantai ke-1} \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{1,2-1,12}{1,12} \right| \times$$

$$100\% = 7,14\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{3-1,12}{1,12} \right| \times 100\% = 167,85\%$$

$$12. \text{ P3 Lantai ke-2} \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW-ft}{ft} \right| \times 100\% =$$

$$\left| \frac{6,36-1,12}{1,12} \right| \times 100\% = 467,857\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{4,92-1,12}{1,12} \right| \times 100\% = 339,28\%$$

$$13. \text{ P6} \Rightarrow R(EW) = R = \left| \frac{fb(FSR)EW-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{3,96-4,52}{4,52} \right| \times 100\% = 12,38\%$$

$$R(NS) = R = \left| \frac{fb(FSR)NS-ft}{ft} \right| \times 100\% = \left| \frac{5,2-4,52}{4,52} \right| \times 100\% = 15,04\%$$

2. Menghitung nilai Priode dominan tanah (T):

$$1. T = 1/f = 1/2,08 = 0,480769 \text{ s}$$

$$2. T = 1/f = 1/1,08 = 0,925925 \text{ s}$$

$$3. T = 1/f = 1/0,92 = 1,086957 \text{ s}$$

$$4. T = 1/f = 1/0,84 = 1,190476 \text{ s}$$

$$5. T = 1/f = 1/5,32 = 0,1879699 \text{ s}$$

$$6. T = 1/f = 1/1,96 = 0,5102041 \text{ s}$$

$$7. T=1/f = 1/0,48=2,083333 \text{ s}$$

$$8. T=1/f = 1/5,32=0,1879699 \text{ s}$$

$$9. T=1/f = 1/1,12=0,892857 \text{ s}$$

$$10. T=1/f = 1/4,52=0,221238 \text{ s}$$

3. Menghitung nilai Percepatan Tanah (a):

$$1. A1 \Rightarrow \Delta = 111x((\text{Episenter bujur-bujur stasiun})^2 + (\text{Episenter lintang-lintang stasiun})^2)^{0,5}$$

$$\begin{aligned} \Delta &= 111x((110,32-110,360764)^2 + (-8,03-(-7,924778))^2)^{0,5} \\ &= 111x(1,661704 \cdot 10^{-3} + 1,107167 \cdot 10^{-2})^{0,5} = 12,52549 \end{aligned}$$

$$R = \sqrt{\Delta^2 + h^2} = (12,52549)^2 + (11,3)^2 = 16,86944$$

$$\text{Ln } A = a + B \cdot m - c \cdot \ln(R+h) + d \cdot T_s$$

$$= 7,7 + 0,49(5,867) - 1,45 \ln(16,86944 + 25) + 0,19 \times 0,480769 = 5,251070$$

$$A = 190,7703 \text{ gal}$$

$$2. B1 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,354095)^2 + (-8,03-(-7,940055))^2)^{0,5}$$

$$= 111x(1,162469 \cdot 10^{-3} + 8,090103 \cdot 10^{-3})^{0,5} = 10,67712$$

$$R = \sqrt{\Delta^2 + h^2} = (12,52549)^2 + (11,3)^2 = 15,54641$$

$$\text{Ln } A = a + B \cdot m - c \cdot \ln(R+h) + d \cdot T_s$$

$$= 7,7 + 0,49(5,867) - 1,45 \ln(15,54641 + 25) + 0,19 \times 0,9259259 = 5,382207$$

$$A = 217,5018 \text{ gal}$$

$$3. C1 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,343380)^2 + (-8,03-(-7,958150))^2)^{0,5}$$

$$= 111x(5,466244 \cdot 10^{-4} + 5,162423 \cdot 10^{-3})^{0,5} = 8,386964$$

$$R = \sqrt{\Delta^2 + h^2} = (8,386964)^2 + (11,3)^2 = 14,07236$$

$$\text{Ln } A = a + B \cdot m - c \cdot \ln(R+h) + d \cdot T_s$$

$$= 7,7 + 0,49(5,867) - 1,45 \ln(14,07236 + 25) + 0,19 \times 1,086957 = 5,466500$$

$$A=236,630 \text{ gal}$$

$$4. D1 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,333313)^2+(-8,03-(-7,975559))^2)^{0,5}$$
$$=111x(1,772360 \cdot 10^{-4}+2,963822 \cdot 10^{-3})^{0,5}=6,221011$$

$$R=\sqrt{\Delta^2 + h^2}=(6,221011)^2+(11,3)^2=12,89926$$

$$\text{Ln } A=a+B \cdot m-c \cdot \ln(R+h)+d \cdot T_s$$

$$=7,7+0,49(5,867)-1,45 \ln(12,89926+25)+0,19 \times 1,190476=5,530369$$

$$A=252,2370 \text{ gal}$$

$$5. E1 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,37723)^2+(-8,03-(-7,901428))^2)^{0,5}$$
$$=111x(3,275845 \cdot 10^{-3}+1,653076 \cdot 10^{-2})^{0,5}=15,62169$$

$$R=\sqrt{\Delta^2 + h^2}=(15,62169)^2+(11,3)^2=19,28023$$

$$\text{Ln } A=a+B \cdot m-c \cdot \ln(R+h)+d \cdot T_s$$

$$=7,7+0,49(5,867)-1,45 \ln(19,28023+25)+0,19 \times 0,1879699=5,114263$$

$$A=166,3781 \text{ gal}$$

$$6. F1 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,385857)^2+(-8,03-(-7,889926))^2)^{0,5}$$
$$=111x(4,337144 \cdot 10^{-3}+1,962073 \cdot 10^{-2})^{0,5}=17,18095$$

$$R=\sqrt{\Delta^2 + h^2}=(17,18095)^2+(11,3)^2=20,56392$$

$$\text{Ln } A=a+B \cdot m-c \cdot \ln(R+h)+d \cdot T_s$$

$$=7,7+0,49(5,867)-1,45 \ln(20,56392+25)+0,19 \times 0,5102041=5,134051$$

$$A=169,7032 \text{ gal}$$

$$7. P1 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,304912)^2+(-8,03-(-7,999525))^2)^{0,5}$$
$$=111x(2,276477 \cdot 10^{-4}+9,287256 \cdot 10^{-4})^{0,5}=3,774609$$

$$R=\sqrt{\Delta^2 + h^2}=(3,774609)^2+(11,3)^2=11,91376$$

$$\text{Ln } A=a+B \cdot m-c \cdot \ln(R+h)+d \cdot T_s$$

$$=7,7+0,49(5,867)-1,45 \ln(11,91376+25)+0,19 \times 2,083333=5,738216$$

$$A=310,5100 \text{ gal}$$

$$8. P2 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,321301)^2+(-8,03-(-7,987975))^2)^{0,5}$$

$$=111x(1,692601 \cdot 10^{-6}+1,766101 \cdot 10^{-3})^{0,5}=4,667010$$

$$R=\sqrt{\Delta^2 + h^2}=(4,667010)^2+(11,3)^2=12,22583$$

$$\text{Ln } A=a+B \cdot m-c \cdot \ln(R+h)+d \cdot T_s$$

$$=7,7+0,49(5,867)-1,45 \ln(12,22583+25)+0,19 \times 0,1879699=5,365890$$

$$A=213,9816 \text{ gal}$$

$$9. P3 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,315678)^2+(-8,03-(-7,991791))^2)^{0,5}$$

$$=111x(1,867968 \cdot 10^{-5}+1,459928 \cdot 10^{-3})^{0,5}=4,268246$$

$$R=\sqrt{\Delta^2 + h^2}=(4,268246)^2+(11,3)^2=12,07923$$

$$\text{Ln } A=a+B \cdot m-c \cdot \ln(R+h)+d \cdot T_s$$

$$=7,7+0,49(5,867)-1,45 \ln(12,07923+25)+0,19 \times 0,892857=5,505540$$

$$A=246,0513 \text{ gal}$$

$$10. P6 \Rightarrow \Delta = 111x((110,32-110,393855)^2+(-8,03-(-7,875422))^2)^{0,5}$$

$$=111x(5,454561 \cdot 10^{-3}+2,389436 \cdot 10^{-2})^{0,5}=19,01599$$

$$R=\sqrt{\Delta^2 + h^2}=(19,01599)^2+(11,3)^2=22,12008$$

$$\text{Ln } A=a+B \cdot m-c \cdot \ln(R+h)+d \cdot T_s$$

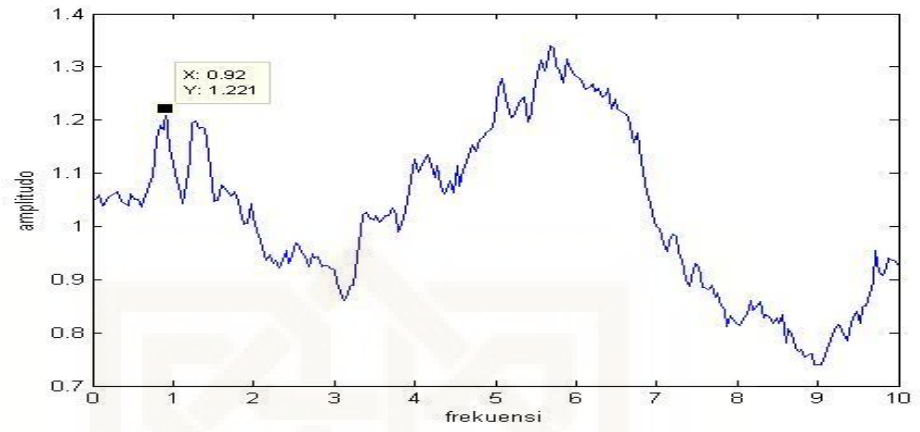
$$=7,7+0,49(5,867)-1,45 \ln(22,12008+25)+0,19 \times 0,221238=5,030451$$

$$A=153,0020 \text{ gal}$$

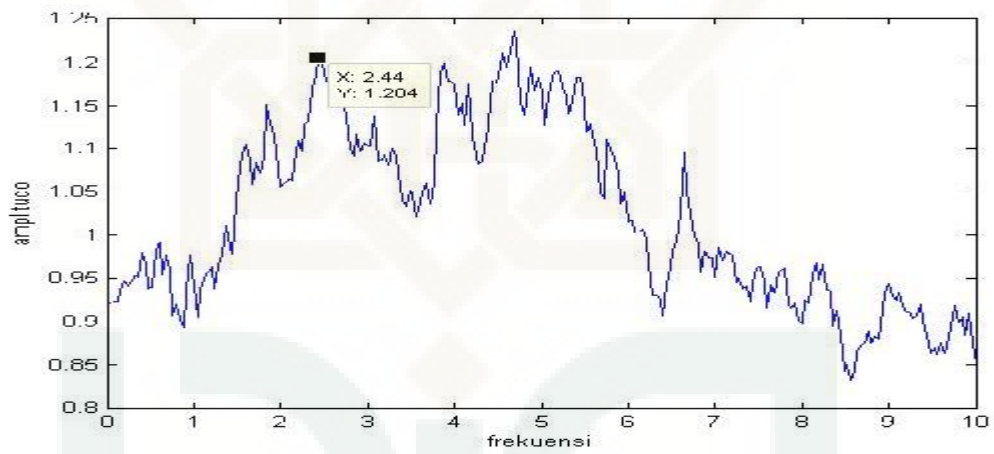
4. Kurva hasil pengolahan data bangunan dan tanah menggunakan *software*

MATLAB R2010a:

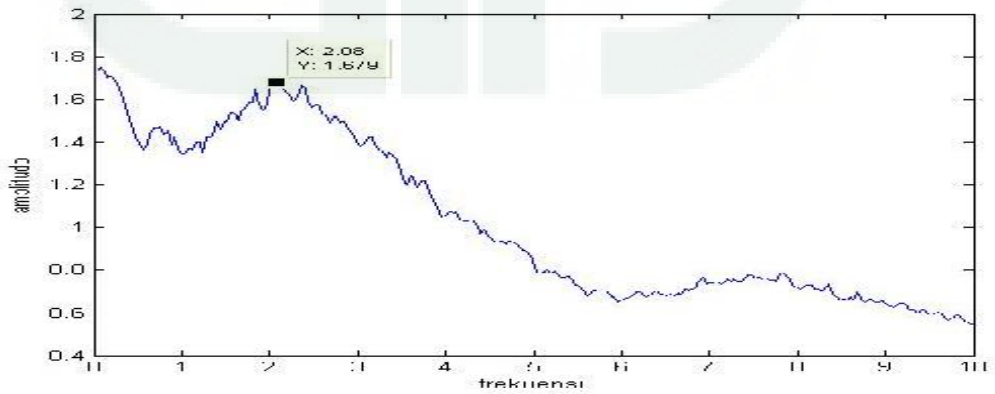
1. A1(Ew);



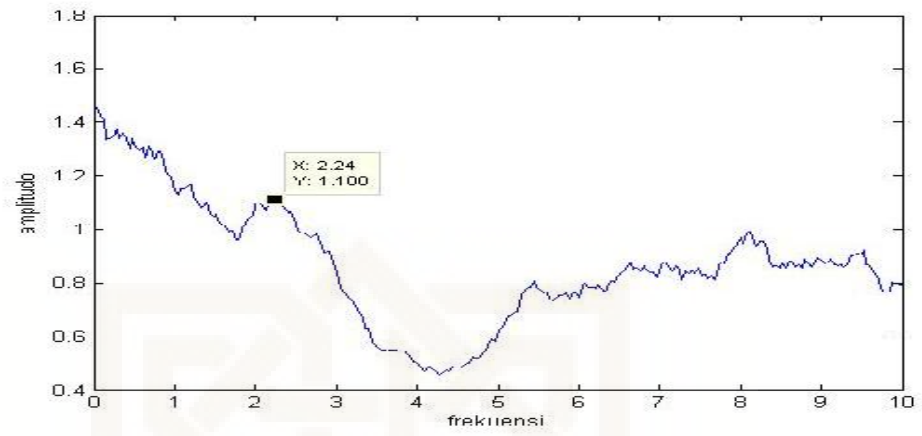
A1(NS);



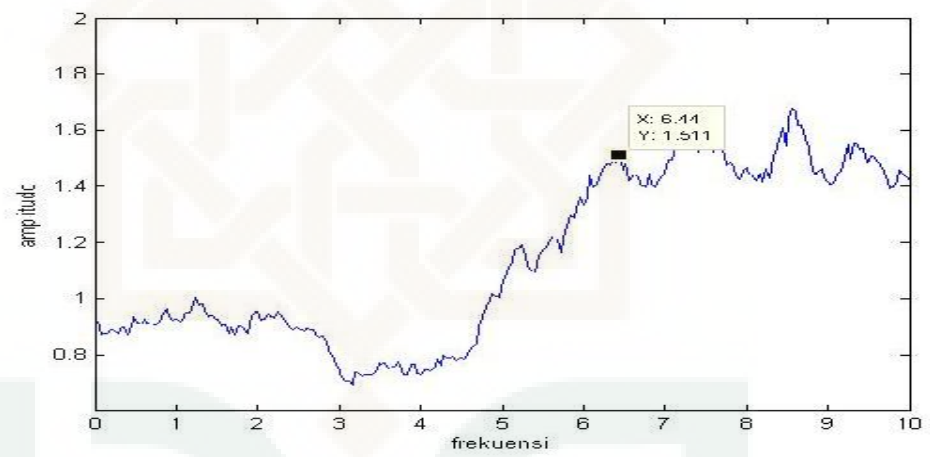
A2(GROUND);



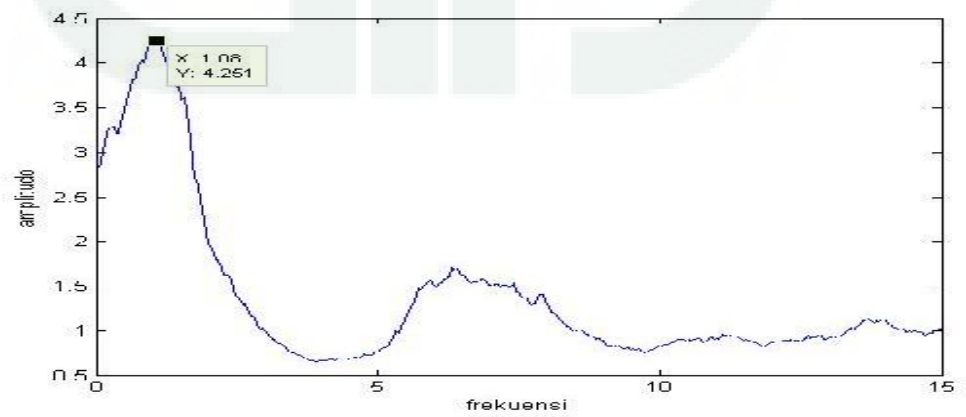
2. B1(ew);



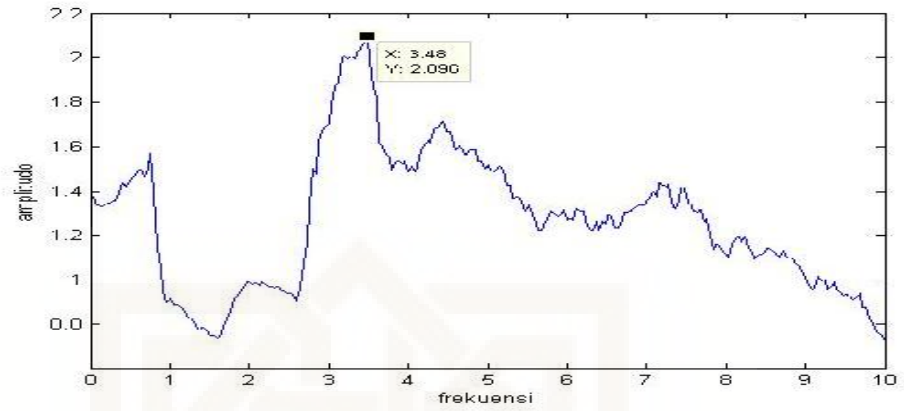
B1(NS);



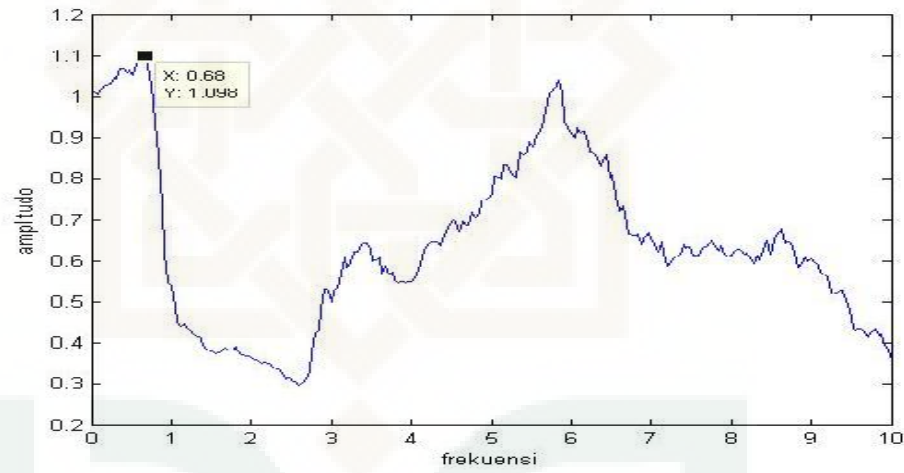
B2(GROUND):



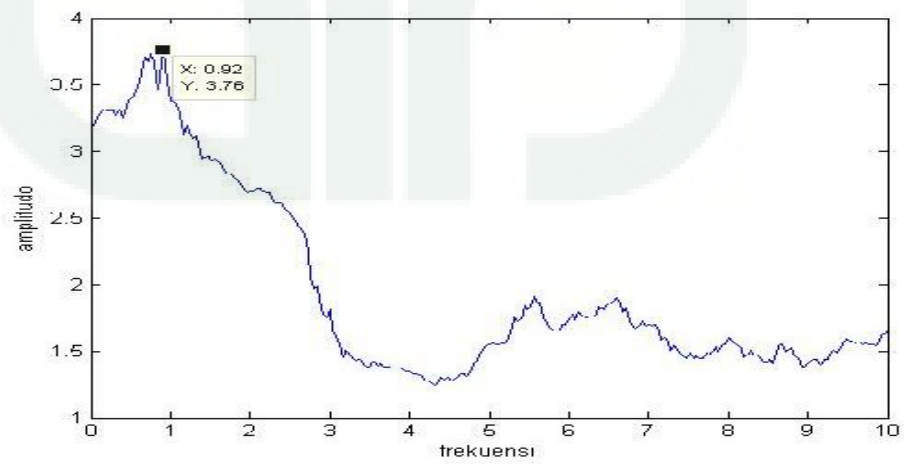
3. C1(EW);



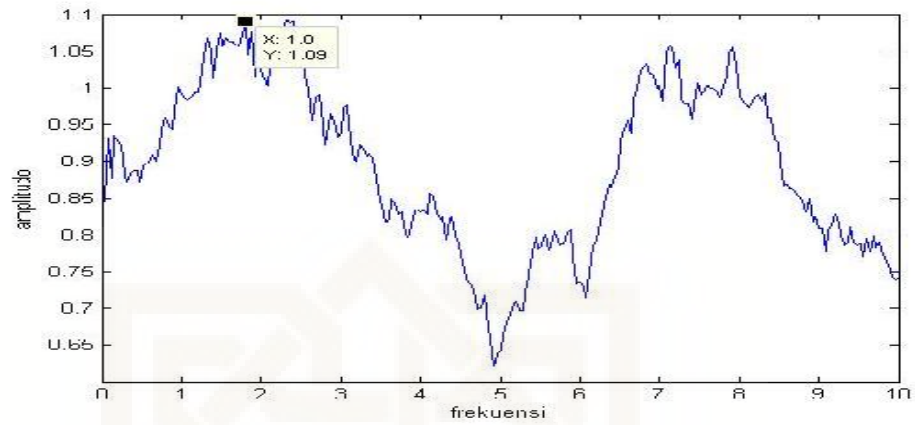
C1(NS);



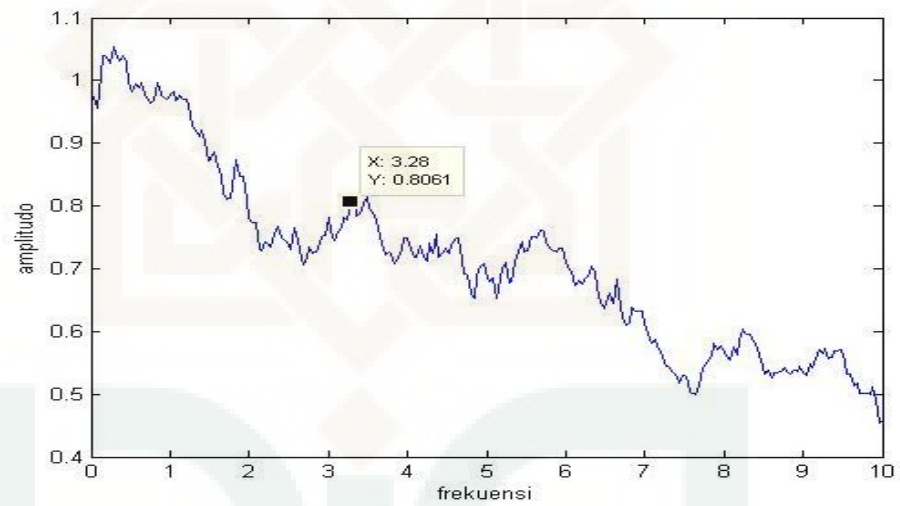
C2(GROUND);



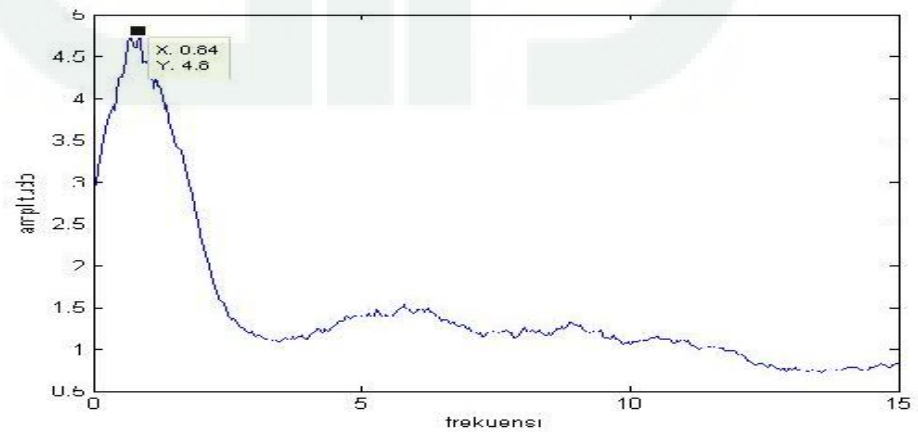
4. D1(EW);



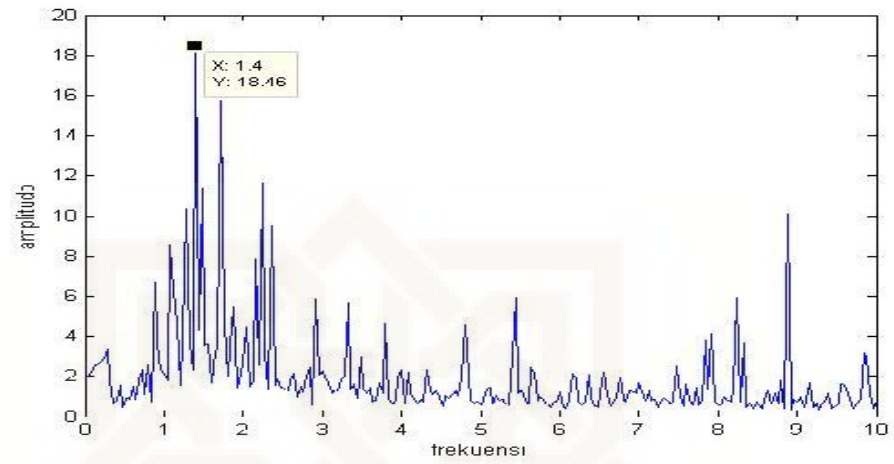
D1(NS);



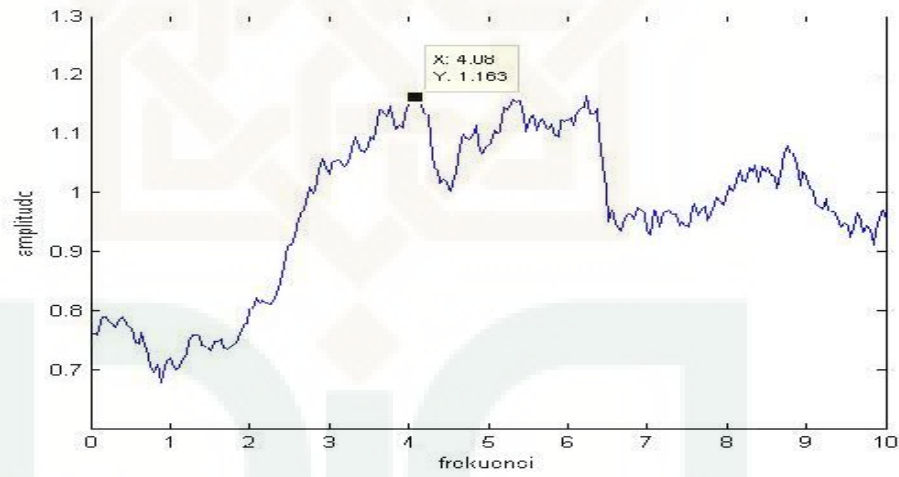
D2(GROUND);



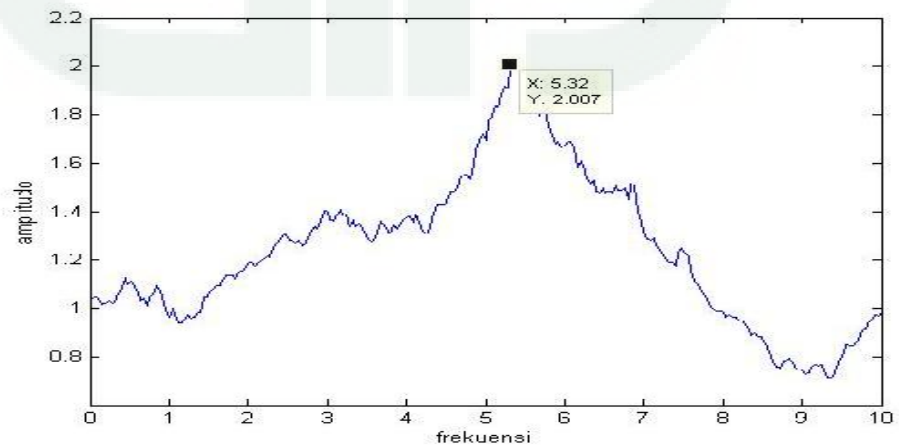
5. E1(EW);



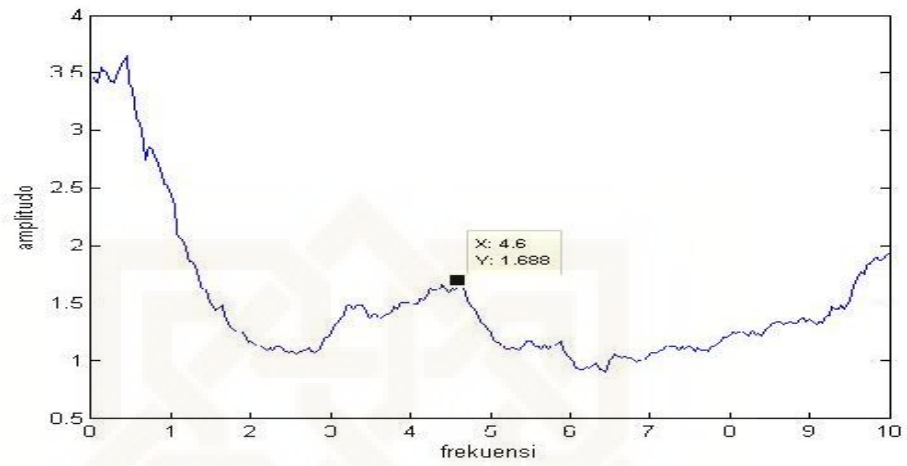
E1(NS);



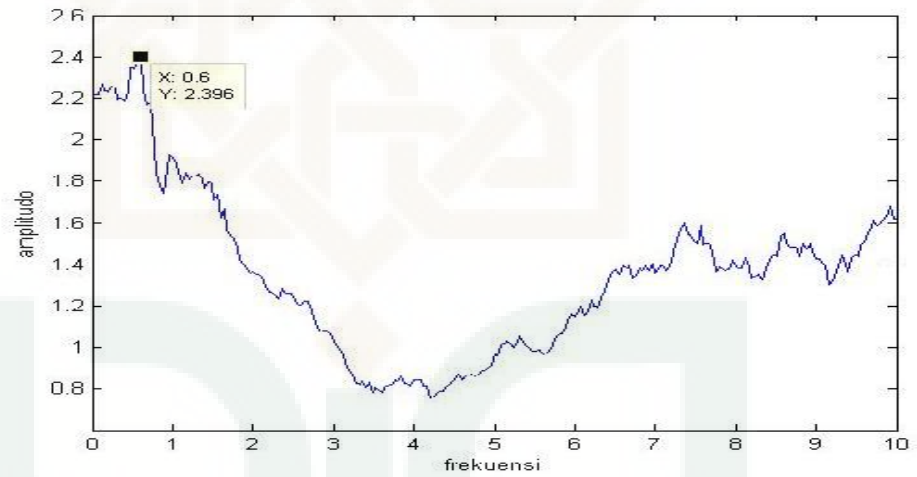
E2(GROUND);



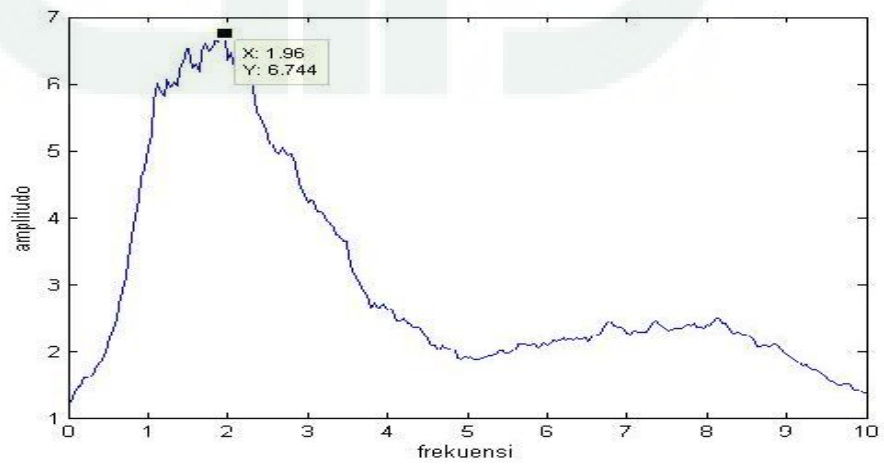
6. F1(EW);



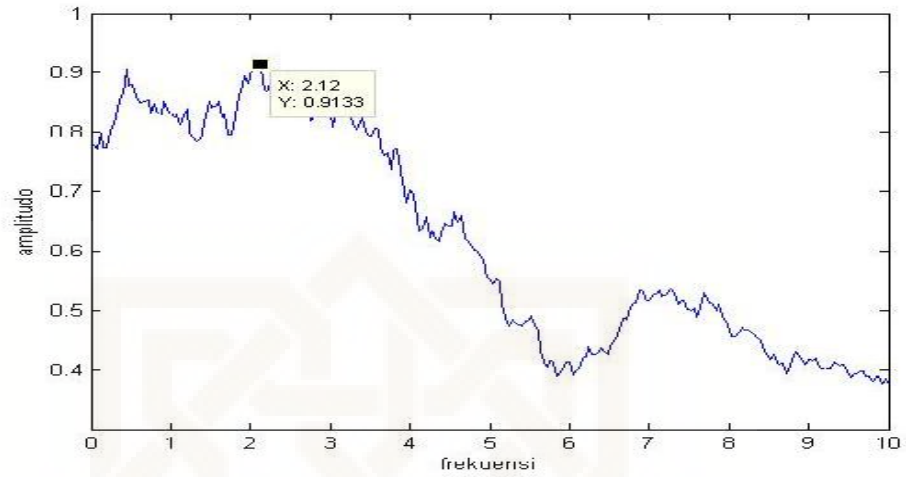
F1(NS);



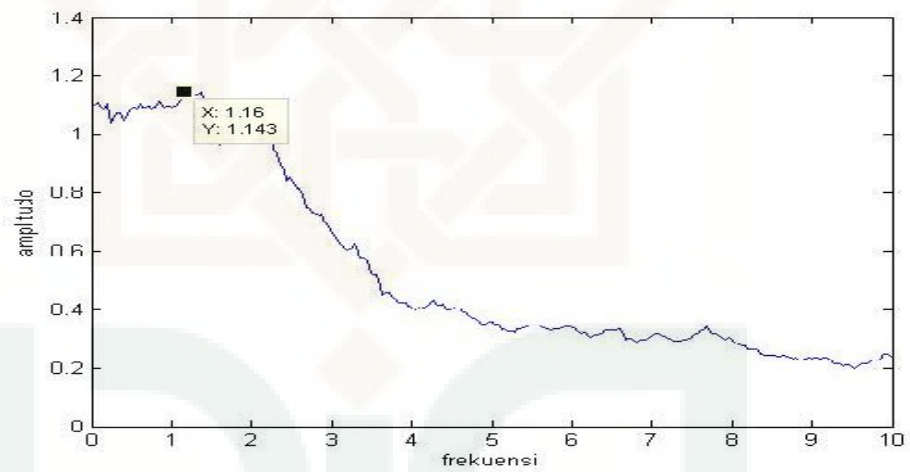
F2(GROUND)



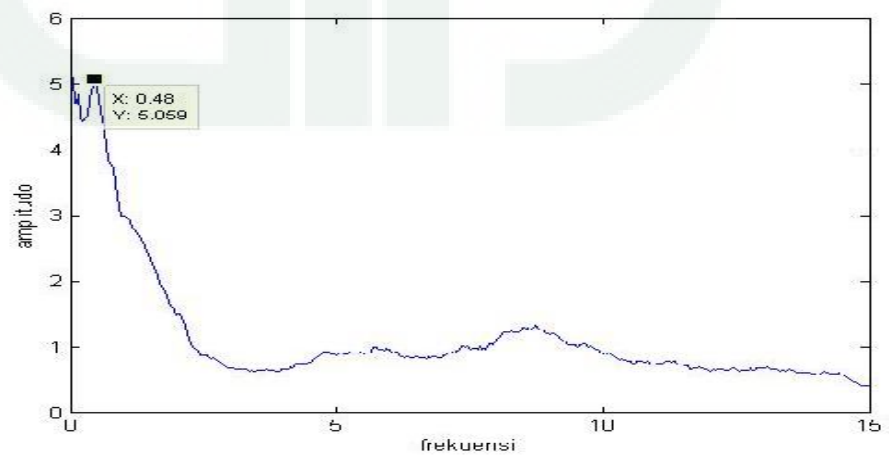
7. P1 Lantai 1(ew);



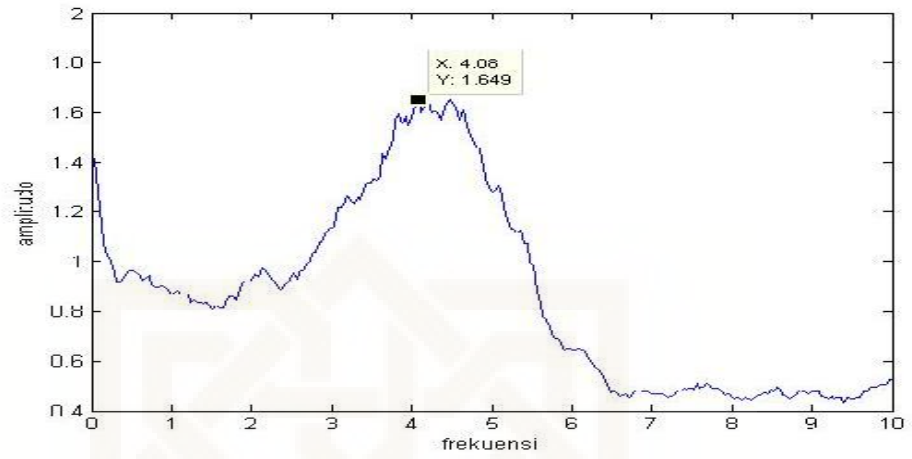
P1 Lantai 1(ns);



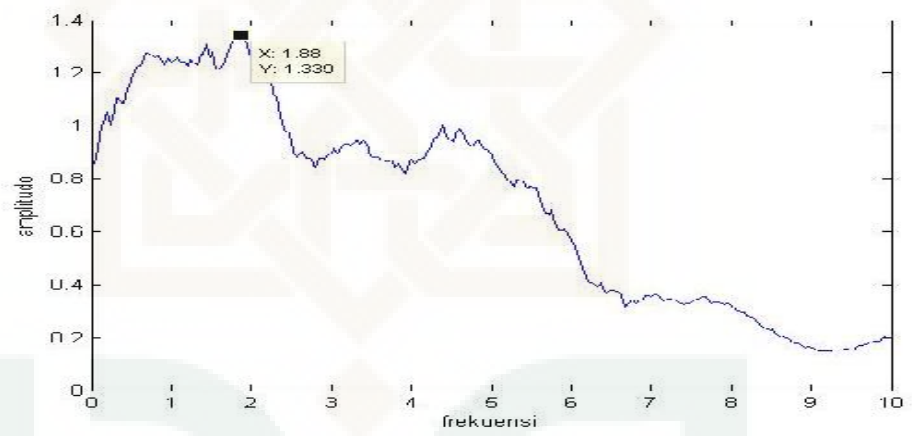
P1 Lantai 1(GROUND);



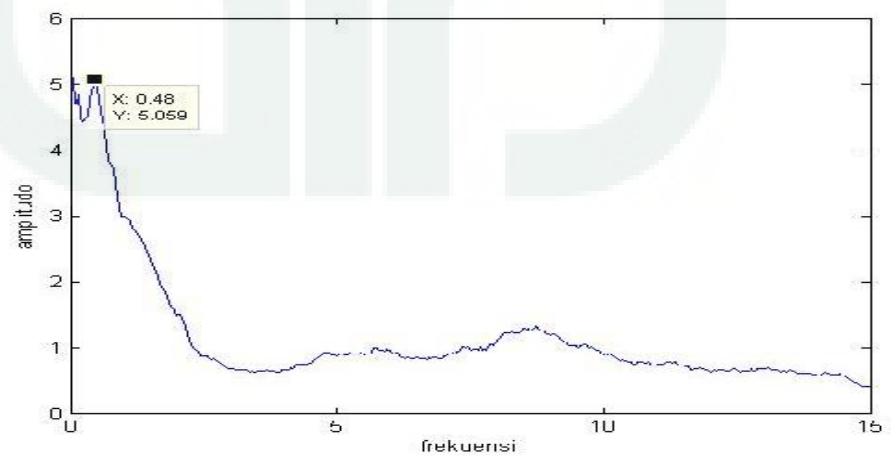
8. P1 Lantai 2(ew):



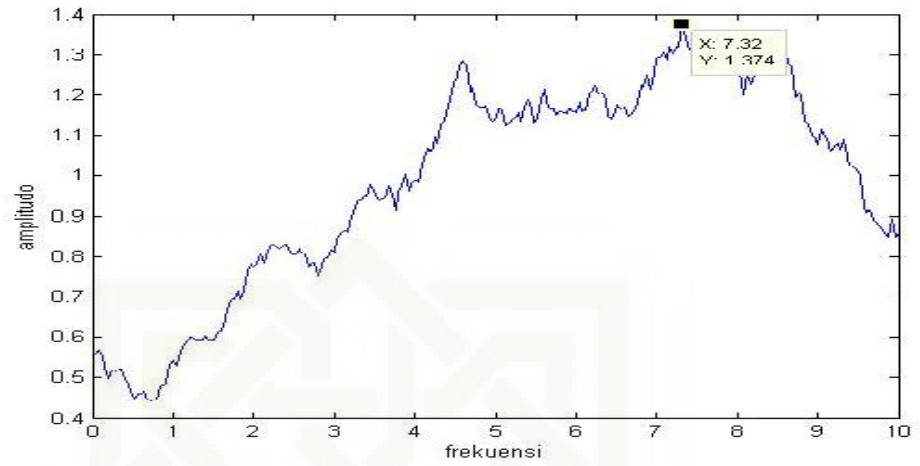
P1 Lantai 2(ns);



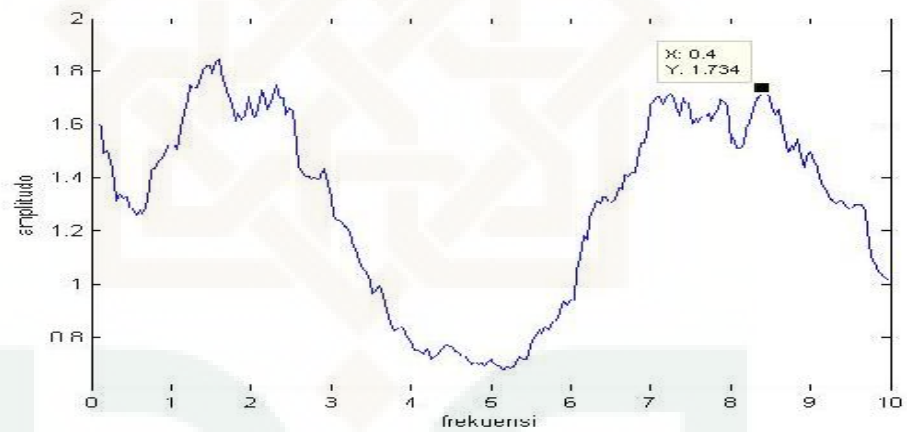
P1 Lantai 2 (GROUND);



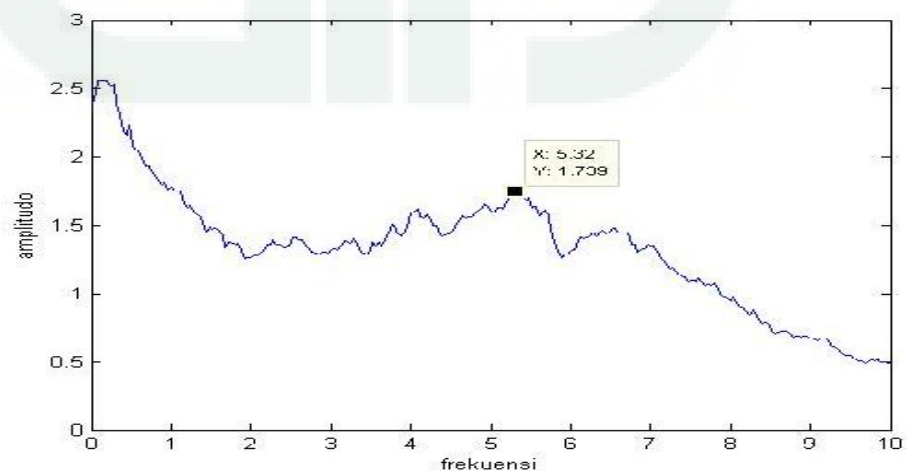
9. P2 Lantai 1(ew);



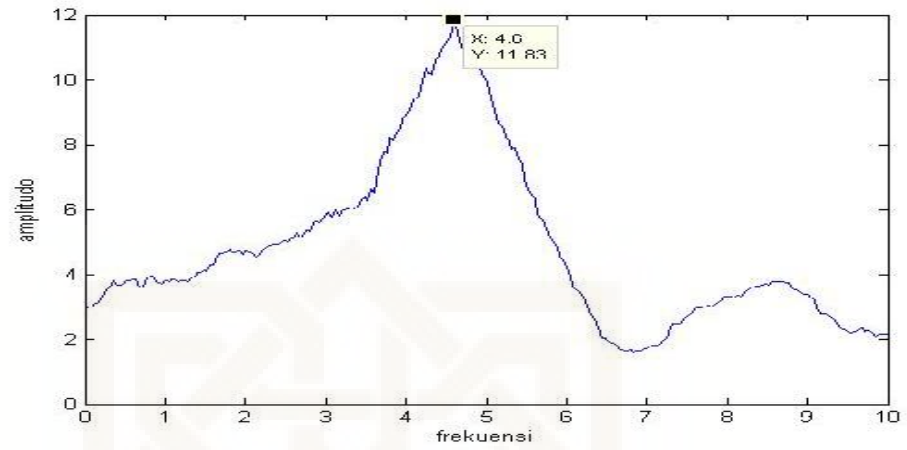
P2 Lantai 1(ns);



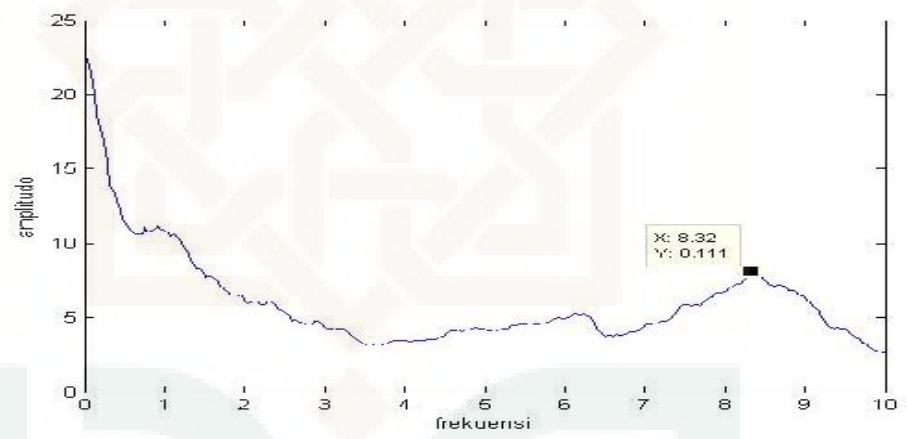
P2 Lantai 1(GROUND);



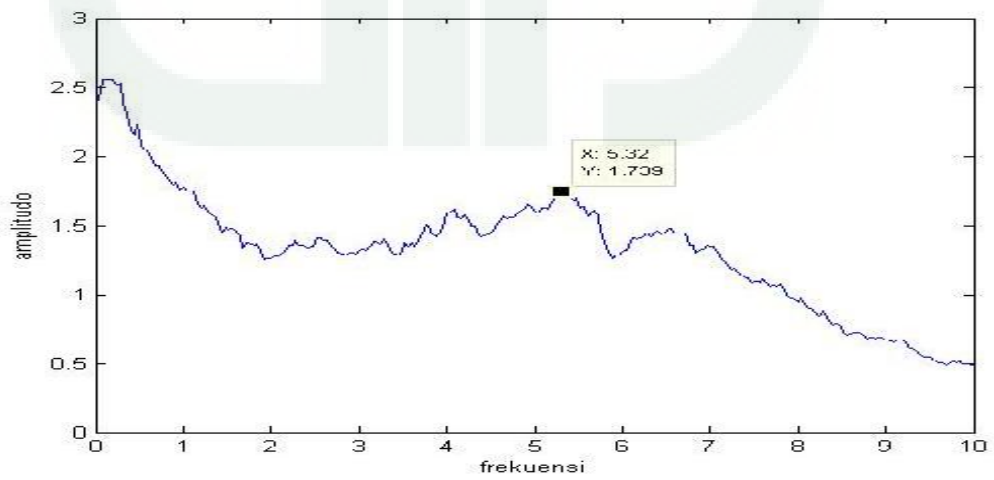
10. P2 Lantai 2(ew);



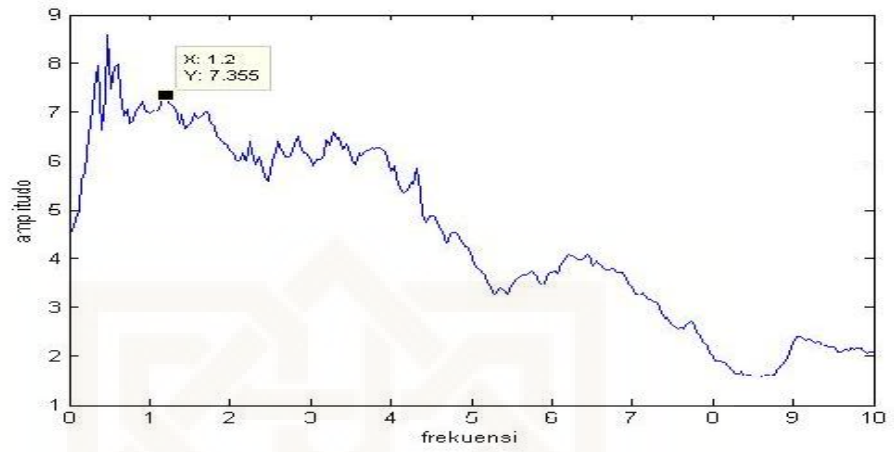
P2 Lantai 2(ns);



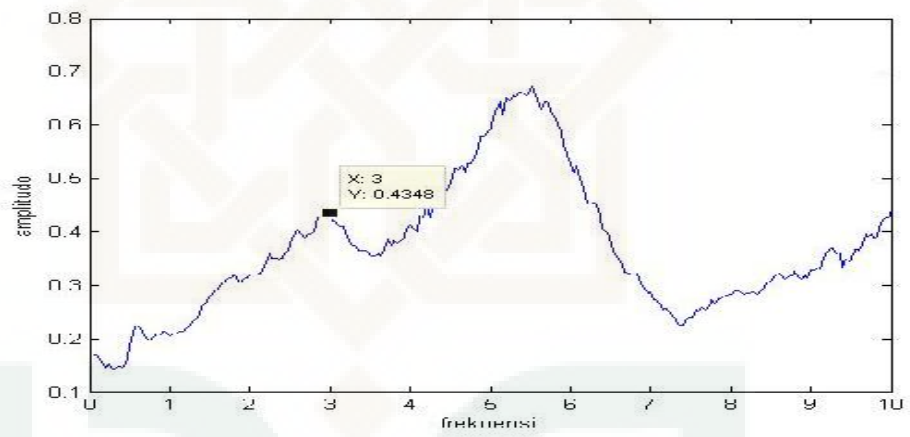
P2 Lantai 2(GROUND);



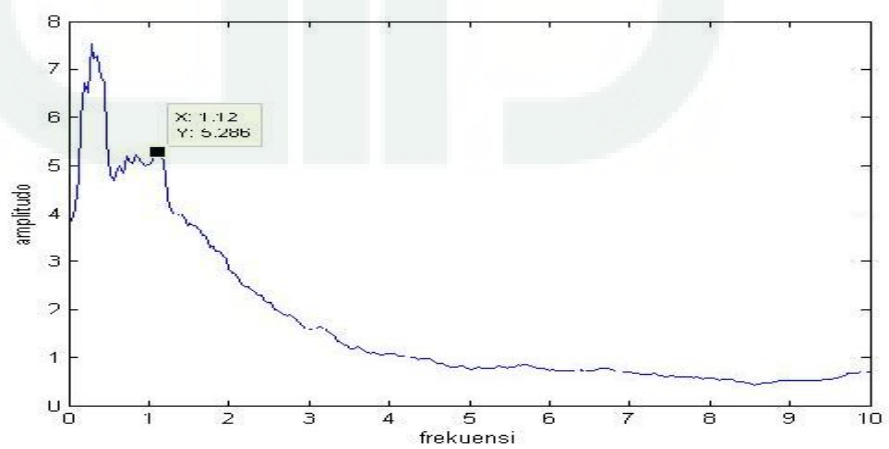
11. P3 Lantai 1(EW);



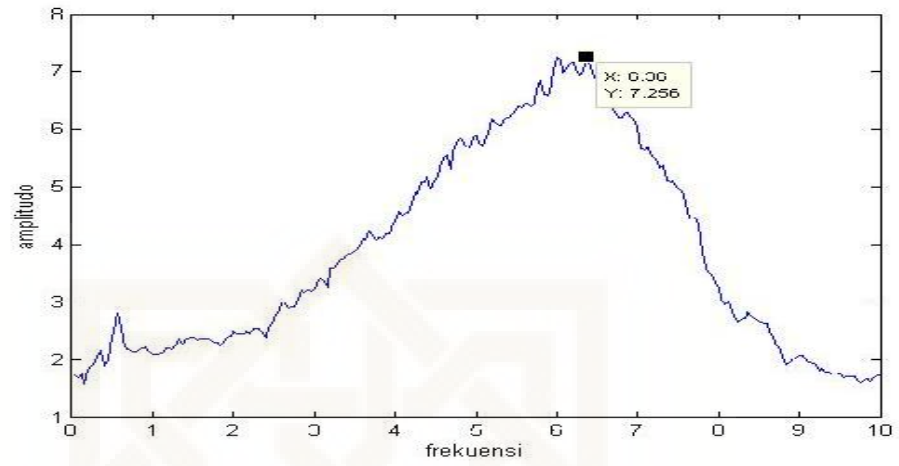
P3 Lantai 1(NS);



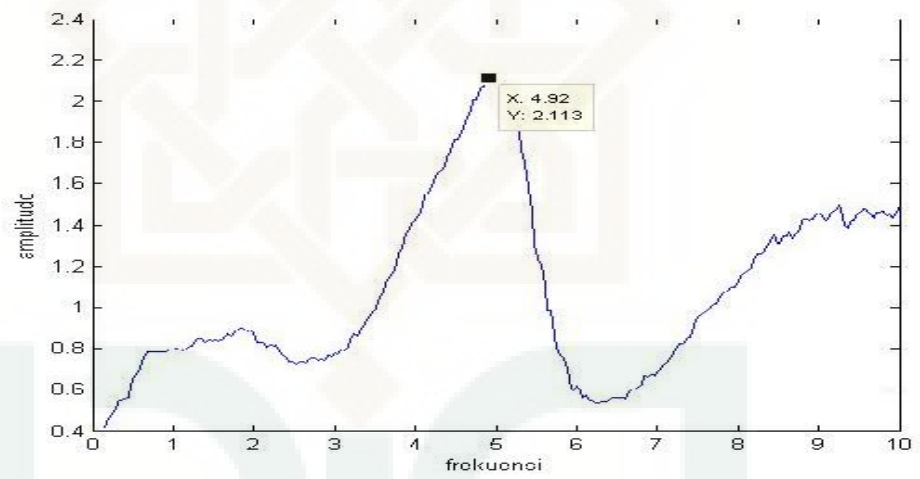
P3 Lantai 1(GROUND);



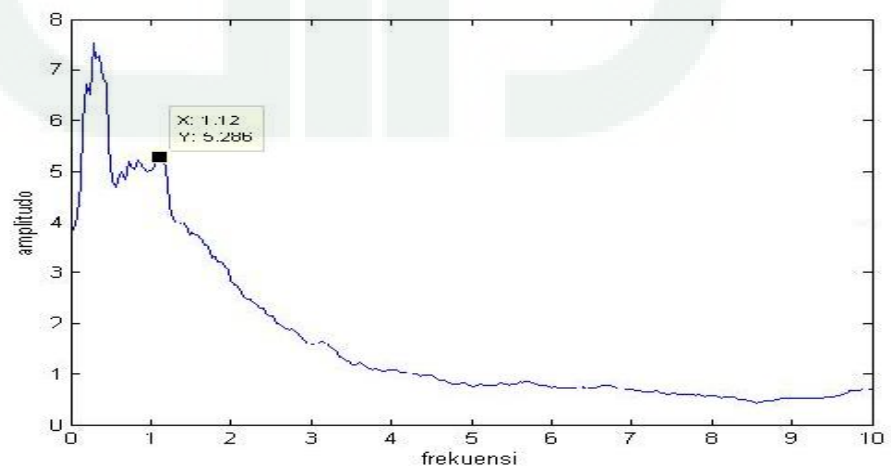
12. P3 Lantai 2(EW);



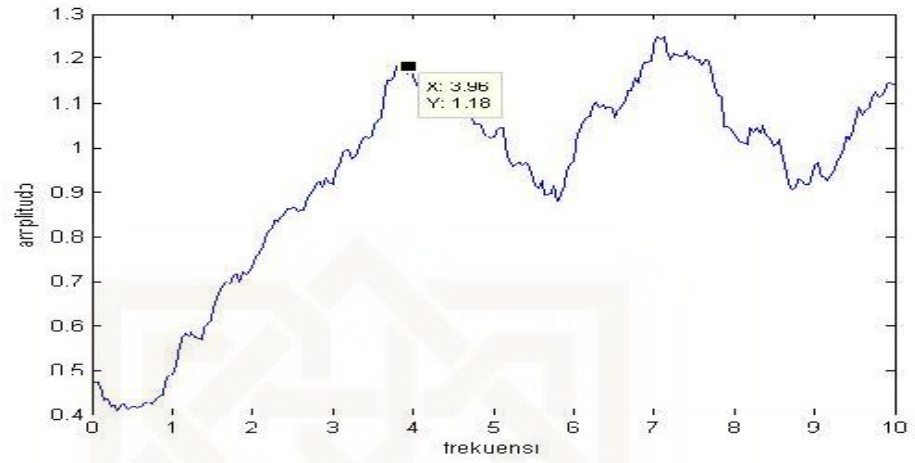
P3 Lantai 2(NS);



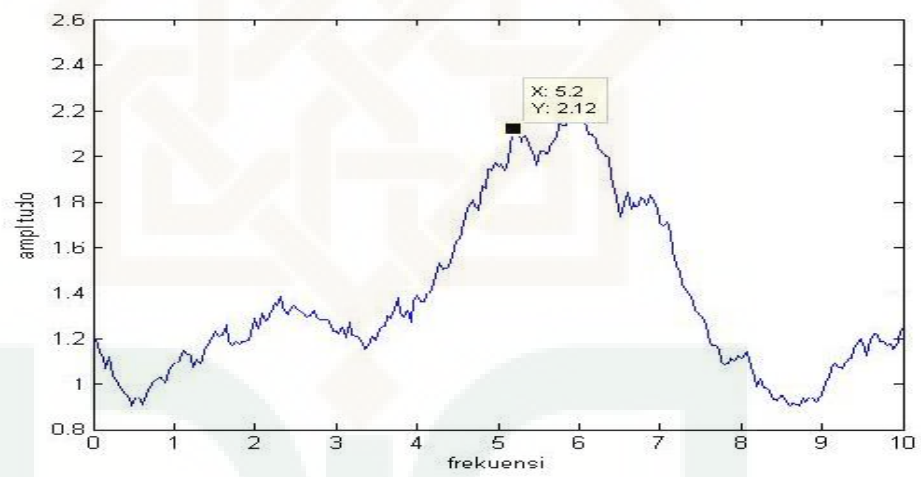
P3 Lantai 2(GROUND);



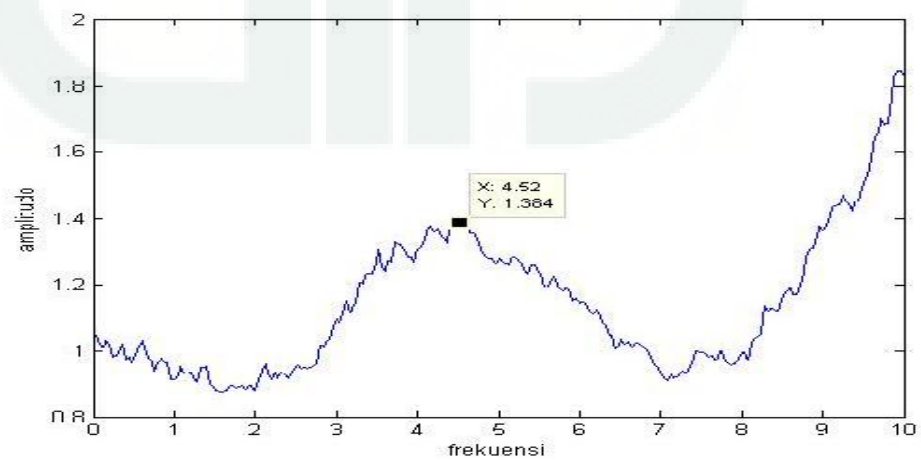
13. P6(EW);



P6(NS);



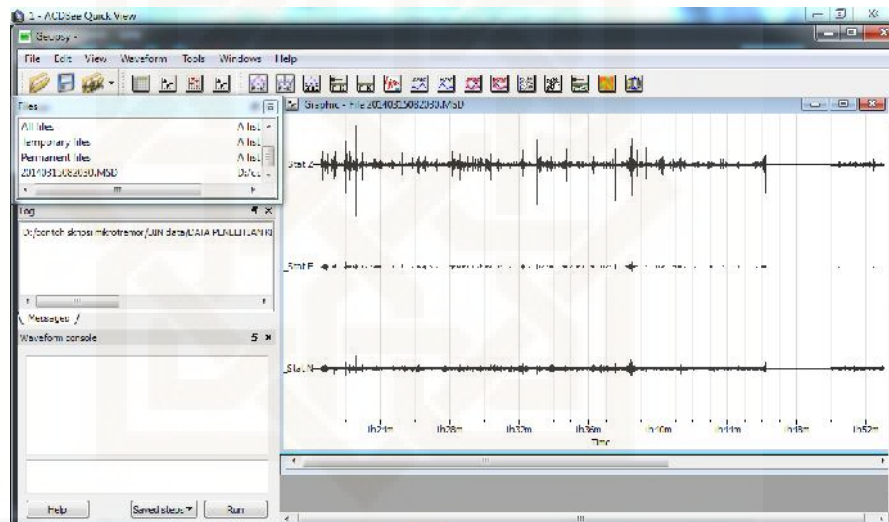
P6(GROUND);



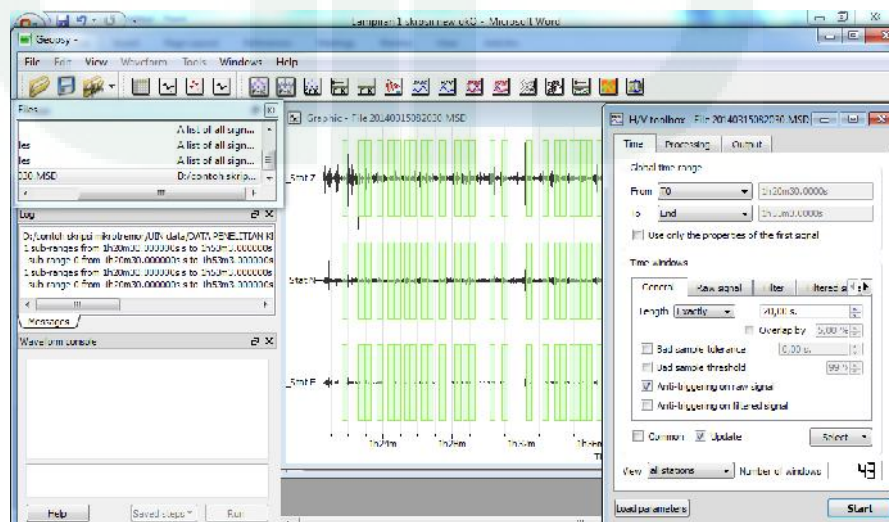
Lampiran 2

Langkah-langkah analisis mikrotremor menggunakan metode HVSR dengan bantuan *software* MATLAB R2010a sebagai berikut:

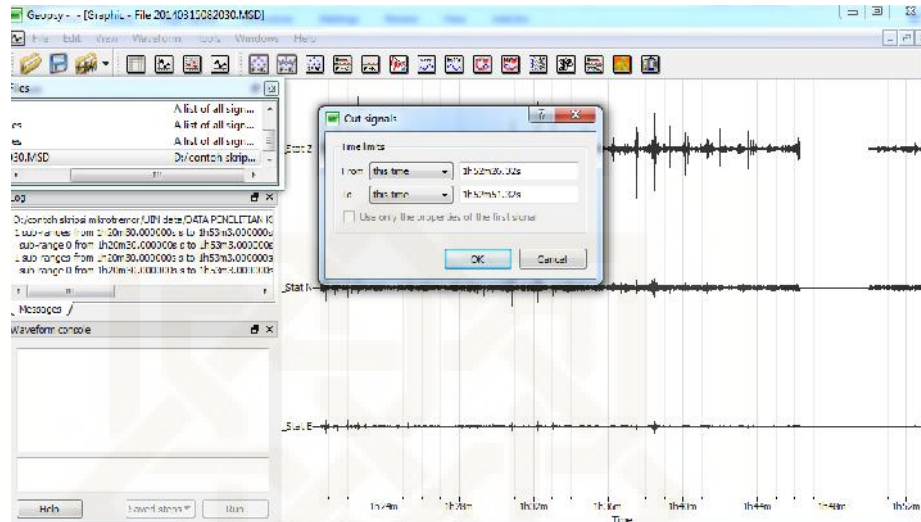
1. Untuk tahap pemilihan sinyal (*windowing*) menggunakan *software* *Sassary-Geopsy*. Membuka *software* *Sassary-Geopsy*, maka akan muncul:



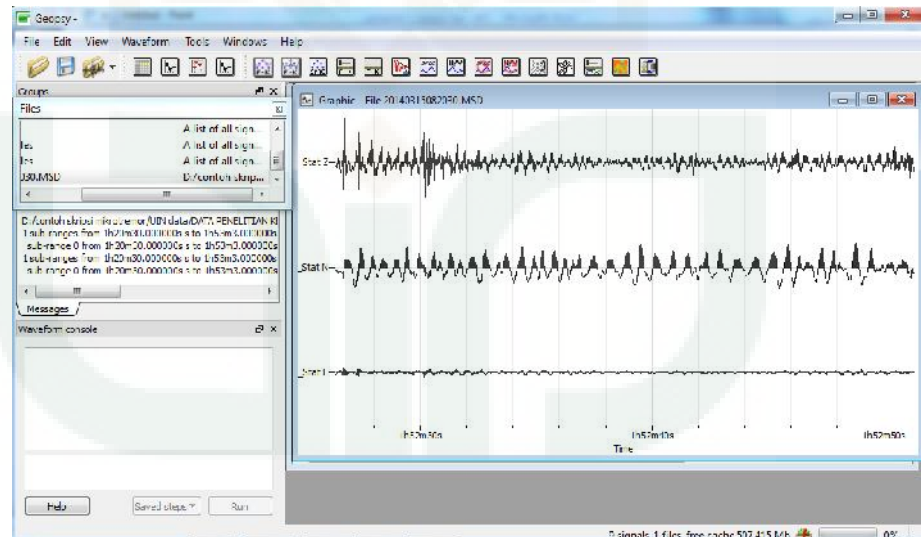
2. Kemudian pilih menu H/V untuk proses pemilihan sinyal lalu muncul H/V *toolbox* seperti gambar dibawah ini:



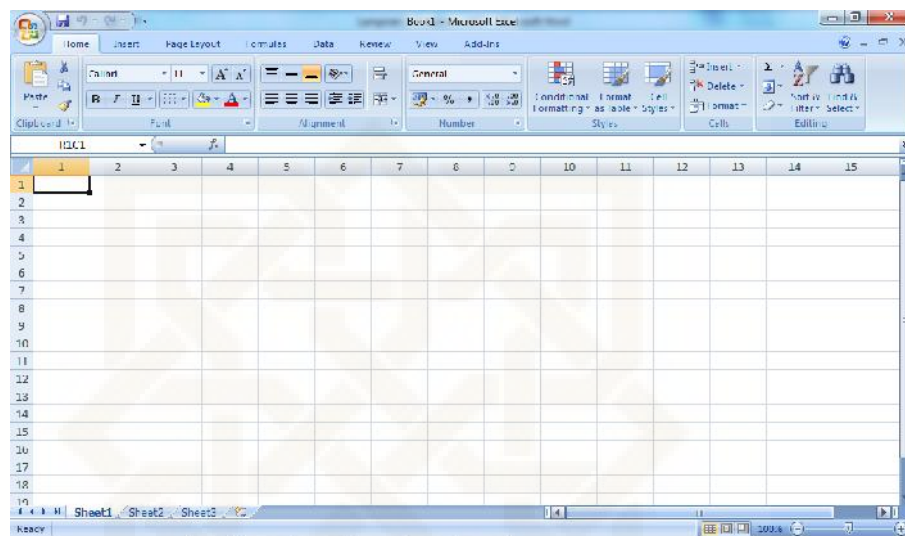
- Selanjutnya pilih menu *waveform* klik *cut* dan tulis durasi dari awal sampai akhir setiap *window*,



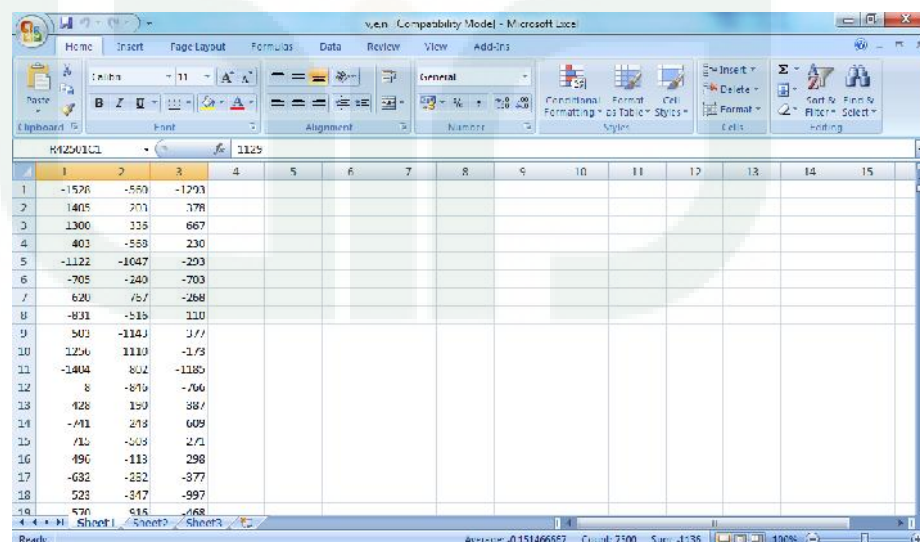
- apabila *number of window*nya 43 maka dari itu melakukan *waveform cut* sebanyak 43 kali. Lalu klik *OK*.



5. Lalu klik *file* pilih *export* dan simpan dalam bentuk *Ascii multi columns*.
6. Kemudian membuka aplikasi *software* Microsoft Excel 2007, maka akan muncul:



7. Data yang sudah disimpan dalam bentuk *Ascii multi columns* lalu dibuka dari notepad dan di *copy paste* kedalam *software* Microsoft Excel 2007, maka akan muncul:



- Setelah itu dilakukan analisis setiap komponen (Ew, Ns dan V) dengan cara FFT menggunakan program *radix*.

```

1  N=length(x);
2  Nfft=length(N);
3  Nfft=round(N);
4  L=length(N);
5  Lfft=length(L);
6  Lfft=round(L);
7  Lfft=round(L);
8  Lfft=round(L);
9  Lfft=round(L);
10 Lfft=round(L);
11 Lfft=round(L);
12 Lfft=round(L);
13 Lfft=round(L);
14 Lfft=round(L);
15 Lfft=round(L);
16 Lfft=round(L);
17 Lfft=round(L);
18 Lfft=round(L);
19 Lfft=round(L);
20 Lfft=round(L);
21 Lfft=round(L);
22 Lfft=round(L);
23 Lfft=round(L);
24 Lfft=round(L);
25 Lfft=round(L);
26 Lfft=round(L);
27 Lfft=round(L);
28 Lfft=round(L);
29 Lfft=round(L);
30 Lfft=round(L);
31 Lfft=round(L);
32 Lfft=round(L);
33 Lfft=round(L);
34 Lfft=round(L);
35 Lfft=round(L);
36 Lfft=round(L);
37 Lfft=round(L);
38 Lfft=round(L);
39 Lfft=round(L);
40 Lfft=round(L);
41 Lfft=round(L);
42 Lfft=round(L);
43 Lfft=round(L);
44 Lfft=round(L);
45 Lfft=round(L);
46 Lfft=round(L);
47 Lfft=round(L);
48 Lfft=round(L);
49 Lfft=round(L);
50 Lfft=round(L);
51 Lfft=round(L);
52 Lfft=round(L);
53 Lfft=round(L);
54 Lfft=round(L);
55 Lfft=round(L);
56 Lfft=round(L);
57 Lfft=round(L);
58 Lfft=round(L);
59 Lfft=round(L);
60 Lfft=round(L);
61 Lfft=round(L);
62 Lfft=round(L);
63 Lfft=round(L);
64 Lfft=round(L);
65 Lfft=round(L);
66 Lfft=round(L);
67 Lfft=round(L);
68 Lfft=round(L);
69 Lfft=round(L);
70 Lfft=round(L);
71 Lfft=round(L);
72 Lfft=round(L);
73 Lfft=round(L);
74 Lfft=round(L);
75 Lfft=round(L);
76 Lfft=round(L);
77 Lfft=round(L);
78 Lfft=round(L);
79 Lfft=round(L);
80 Lfft=round(L);
81 Lfft=round(L);
82 Lfft=round(L);
83 Lfft=round(L);
84 Lfft=round(L);
85 Lfft=round(L);
86 Lfft=round(L);
87 Lfft=round(L);
88 Lfft=round(L);
89 Lfft=round(L);
90 Lfft=round(L);
91 Lfft=round(L);
92 Lfft=round(L);
93 Lfft=round(L);
94 Lfft=round(L);
95 Lfft=round(L);
96 Lfft=round(L);
97 Lfft=round(L);
98 Lfft=round(L);
99 Lfft=round(L);
100 Lfft=round(L);

```

- Kemudian klik *run*, maka pada *workspace* akan muncul nilai hasil FFT menggunakan *radix*.

```

1  0.0000
2  0.7337
3  2.9233
4  8.0781
5  2.4444
6  0.0483
7  -1.3700
8  3.4150
9  3.1070
10 4.4196
11 7.1167
12 7.1207
13 6.7337
14 0.0110
15 -0.7893
16 29.0440
17 10.1448
18 8.8203
19 6.7376
20 0.0000
21 2.7337
22 0.7893
23 0.4871

```

10. Lalu *copy* nilai hasil FFT semua komponen tersebut dan *paste* ke dalam satu satu *file* Excel yang baru sehingga akan menjadi

	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,9244	2,9078	0,6528											
2	2,0098	4,3648	0,733											
3	1,9638	2,7977	2,6233											
4	8,2350	5,2915	3,0581											
5	5,6681	8,9602	2,4											
6	10,5455	6,2768	2,0163											
7	3,9488	4,1677	1,5766											
8	6,9346	0,9333	3,415											
9	25,293	11,75	3,1975											
10	18,0576	8,0555	4,2136											
11	4,2882	6,058	7,1107											
12	6,8007	13,105	3,3387											
13	14,3644	13,4209	5,2338											
14	14,2123	5,4513	8,6518											
15	10,0640	24,0802	17,7973											
16	20,1511	24,5752	28,878											
17	13,0101	12,3859	12,1448											
18	13,0101	18,7128	5,6203											
19	20,4271	11,1514	5,7376											

11. Kemudian dilakukan proses penghalusan data (*smoothing*) menggunakan

$$\text{Moving Average dengan persamaan } y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i + j]$$

	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,9244	2,9078	0,6528	8,92017	10,28961	5,261093								
2	2,0098	4,3648	0,733	9,940557	10,25805	5,283798								
3	1,9638	2,7977	2,6233	10,31038	10,29452	5,286326								
4	8,2355	5,2415	3,0581	10,22515	10,30537	5,336502								
5	5,6681	8,9602	2,4	10,15978	10,31029	5,365102								
6	10,5455	6,2768	2,0163	10,37778	10,31687	5,393488								
7	3,9488	4,1677	1,5766	5,528115	10,43578	7,012911								
8	6,9346	0,9333	3,415	5,593011	10,7722	7,154917								
9	25,293	11,75	3,1975	10,00588	11,07360	7,296465								
10	18,0576	8,0555	4,2136	9,299126	11,09151	7,362552								
11	4,2882	6,058	7,1107	5,236106	10,50251	7,597581								
12	6,8007	13,105	3,3387	5,2505	11,3132	7,406285								
13	14,3644	13,4209	5,2338	9,387674	11,24514	7,402565								
14	14,2123	5,4513	8,6518	9,286272	11,25211	7,471761								
15	10,0640	24,0802	17,7973	9,115204	11,40362	7,475117								
16	20,1511	24,5752	28,878	8,515054	11,22637	7,225967								
17	13,0101	12,3859	12,1448	8,576315	11,03637	6,301463								
18	13,0101	18,7128	5,6203	8,276473	11,22950	6,212128								
19	20,4271	11,1514	5,7376	8,184773	11,27107	5,890241								

12. Untuk mendapatkan nilai HVSR dengan menggunakan persamaan

$$HVSR = ((Ew^2 + Ns^2)^{0,5}) / V \text{ sehingga didapatkan}$$

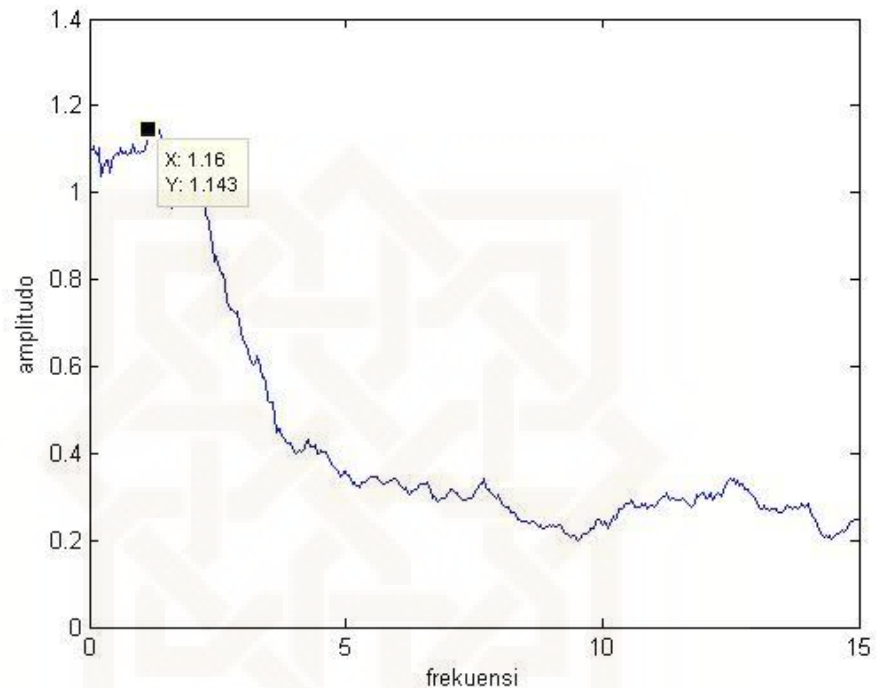
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,1344	2,8076	0,0528	0,92917	10,28761	6,261031									
2	2,8059	4,3076	0,733	9,990467	10,33812	6,383259									
3	1,0639	2,2022	2,0233	10,1001	10,30452	6,468825									
4	8,2355	5,2415	3,0681	10,25515	10,36537	6,538507									
5	9,6681	8,0032	2,8	10,21923	10,31085	6,660202									
6	10,5455	6,2798	2,9153	10,07773	10,46807	6,721343									
7	3,9488	4,1677	1,5786	9,926113	10,43578	7,049441									
8	0,9919	0,9339	3,419	9,983911	10,7222	7,121917									
9	25,303	11,75	1,1079	10,00581	11,00362	7,325465									
10	18,9976	8,0596	4,2136	9,994206	11,03451	7,367857									
11	4,2882	0,008	7,1107	9,230486	10,90254	7,597083									
12	6,8007	13,195	3,3387	9,2505	11,2137	7,468289									
13	14,3691	13,4209	0,2338	9,387991	11,24107	7,602603									
14	14,2123	5,4512	6,6518	0,286372	11,21111	7,571461									
15	19,9849	24,0502	17,7878	9,115204	11,40367	7,479117									
16	10,1511	21,0702	23,878	8,912091	11,22397	7,223977									
17	13,0101	12,3609	11,3408	8,526315	11,01637	6,901463									
18	13,7101	18,4186	6,6778	8,346543	11,27995	6,812128									
19	10,8774	13,7116	1,4331	8,180428	11,30137	6,854811									

13. Untuk mendapatkan grafik nilai HVSR dilakukan dengan cara *ploting* menggunakan *software* MATLAB R2010a.

14. *Copy paste* terlebih dahulu nilai HVSR ke dalam satu *file* Excel yang berbeda dan simpan dengan format HV.xls sehingga dalam satu *file* Excel hanya terdapat nilai HVSR saja.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,214171														
2	1,217949														
3	1,213083														
4	1,207109														
5	1,206511														
6	1,206095														
7	1,206137														
8	1,25027														
9	1,207106														
10	1,20262														
11	1,483799														
12	1,467218														
13	1,440991														
14	1,406266														
15	1,40612														
16	1,497403														
17	1,526637														
18	1,573035														
19	1,410477														

15. Dengan *ploting* menggunakan *software* MATLAB R2010a maka akan didapatkan bentuk sebagai berikut:

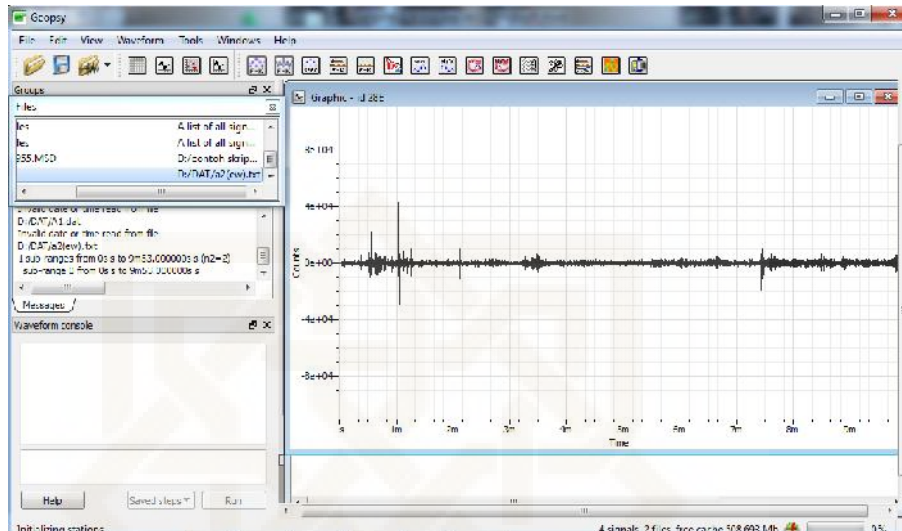


16. Dari grafik maka akan diketahui nilai amplifikasi dan nilai frekuensi dominan.

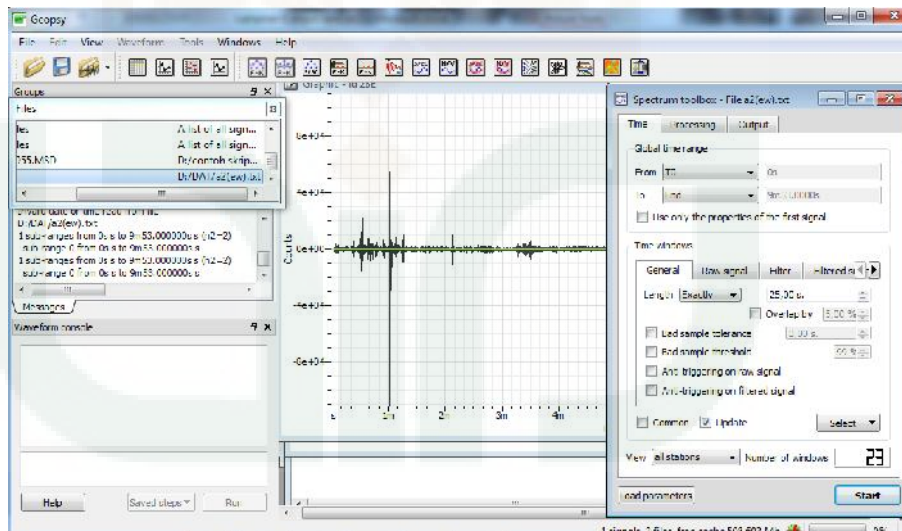
17. Proses ini dilakukan untuk semua hasil pengukuran yang dilakukan di setiap titik lokasi penelitian.

Sedangkan untuk langkah analisis mikrotremor dengan metode FSR dengan bantuan *software* MATLAB R2010a sebagai berikut:

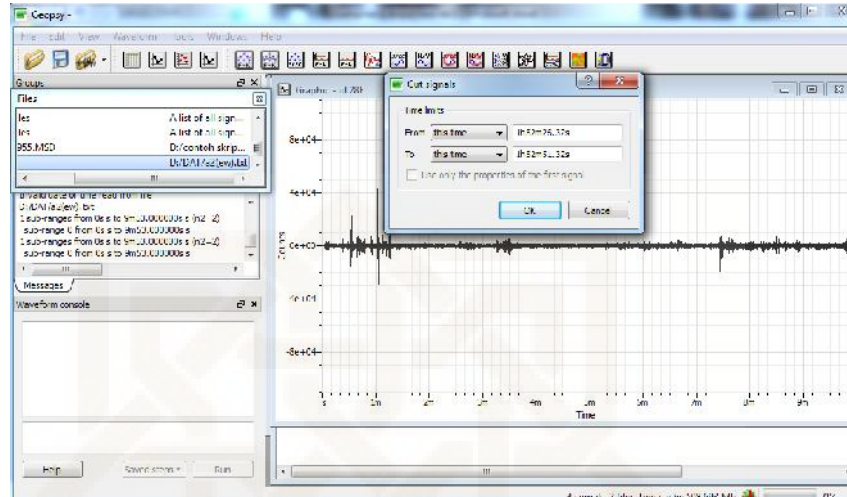
1. Untuk tahap pemilihan sinyal (*windowing*) menggunakan *software* *Sassary-Geopsy*. Membuka *software* *Sassary-Geopsy*, maka akan muncul:



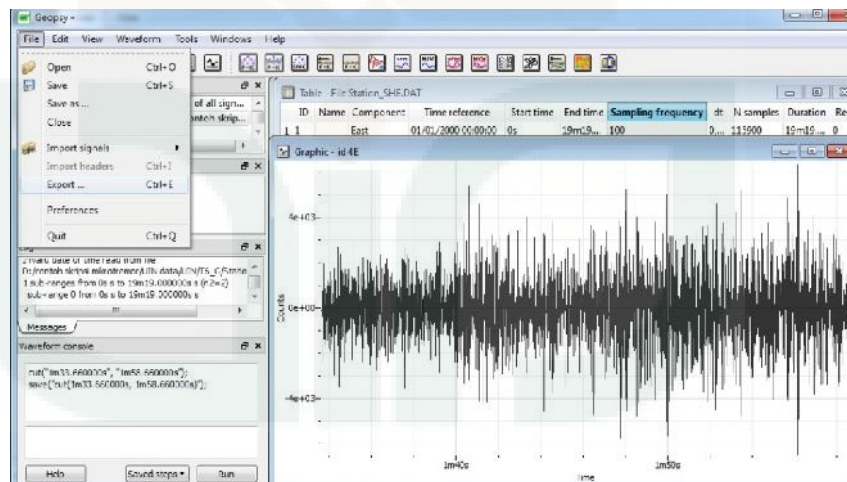
2. Kemudian pilih menu *spectrum* untuk proses pemilihan sinyal lalu muncul *spectrum toolbox* seperti gambar dibawah ini:



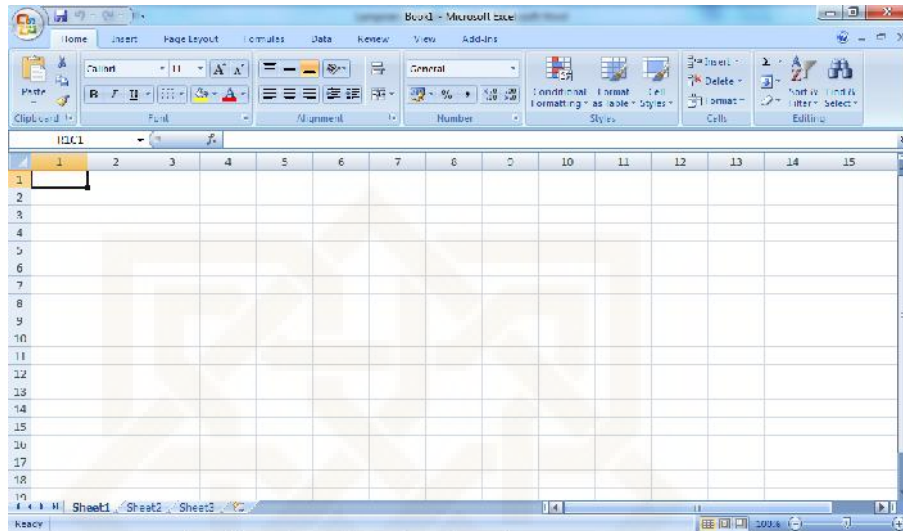
- Selanjutnya pilih menu *waveform* klik *cut* dan tulis durasi dari awal sampai akhir setiap *window*.



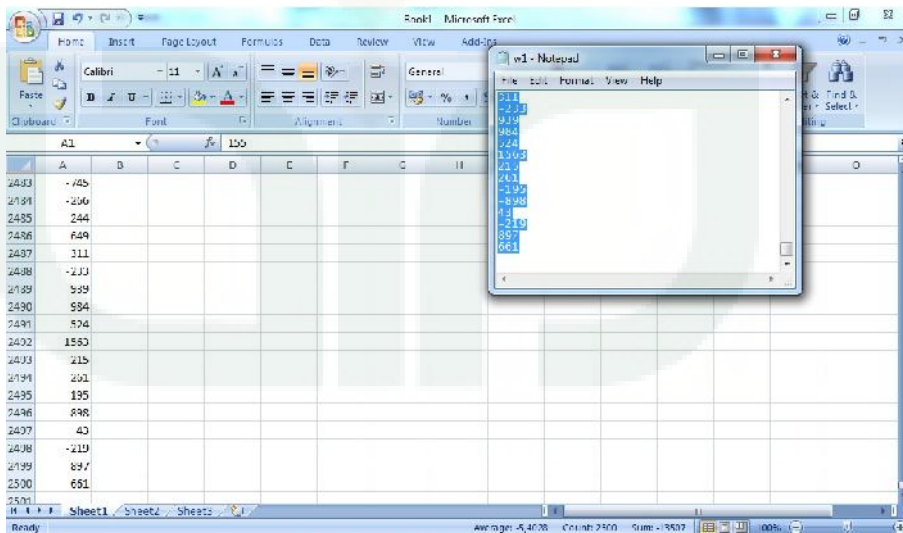
- apabila *number of window*nya 23 maka dari itu melakukan *waveform cut* sebanyak 23 kali. Lalu klik *OK*. setelah itu klik *file* pilih *export* dan simpan dalam bentuk *Ascii multi columns*.



5. Kemudian membuka aplikasi *software* Microsoft Excel 2007, maka akan muncul:



6. Data yang sudah disimpan dalam bentuk *Ascii Multi Columns* lalu dibuka dari notepad dan di *copy paste* kedalam *software* Microsoft Excel 2007, maka akan muncul:



- Setelah itu dilakukan analisis setiap komponen horisontal (E_w dan N_s) dengan cara FFT menggunakan program *radix*.

```

1  N=length(x);
2  X=fft(x)/N;
3  X=abs(X);
4  L=length(X);
5  L=L/2;
6  Nfft=length(X);
7  L=length(X);
8  w=2*pi/L;
9  j=sqrt(-1);
10  I=0:L-1;
11  s1=exp(-j*w*I);
12  s2=exp(-j*w*I);
13  s3=exp(-j*w*I);
14  s4=exp(-j*w*I);
15  s5=exp(-j*w*I);
16  s6=exp(-j*w*I);
17  s7=exp(-j*w*I);
18  s8=exp(-j*w*I);
19  s9=exp(-j*w*I);
20  s10=exp(-j*w*I);
21  s11=exp(-j*w*I);
22  s12=exp(-j*w*I);
23  s13=exp(-j*w*I);
24  s14=exp(-j*w*I);
25  s15=exp(-j*w*I);
26  s16=exp(-j*w*I);

```

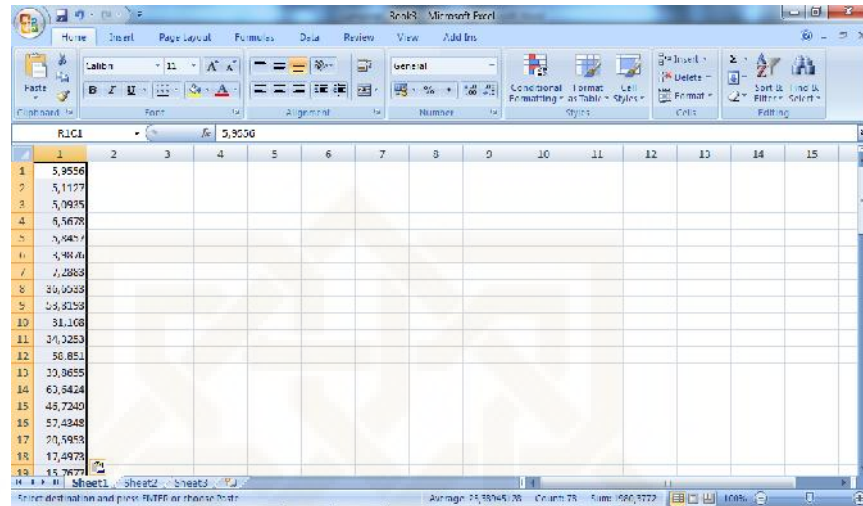
- Kemudian klik *run*, maka pada *workspace* akan muncul nilai hasil FFT menggunakan *radix*.

```

1  0.0020
2  0.7337
3  2.9233
4  8.0781
5  2.4444
6  0.0483
7  1.9700
8  8.4150
9  3.1070
10 4.4196
11 7.1167
12 7.1204
13 8.7338
14 0.0110
15 7.7893
16 29.0440
17 10.1448
18 8.8203
19 6.7376
20 10.0047
21 1.7119
22 7.9878
23 0.4871

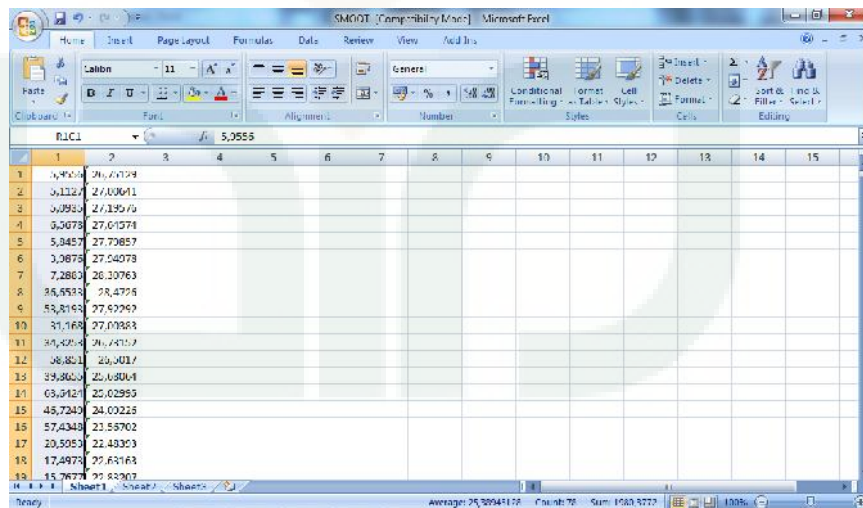
```

9. Lalu *copy* nilai hasil FFT semua komponen horisontal tersebut dan *paste* ke dalam satu satu *file* Excel yang baru sehingga akan menjadi



10. Kemudian dilakukan proses penghalusan data (*smoothing*) setiap komponen horisontal (Ew dan Ns) menggunakan *Moving Average* dengan

$$y[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i + j]$$



11. Untuk mendapatkan nilai frekuensi dominan didapatkan dari frekuensi komponen horisontal bangunan dibagi dengan frekuensi horisontal tanah. Sehingga ditemukan hasil frekuensi dominan analisis FSR.

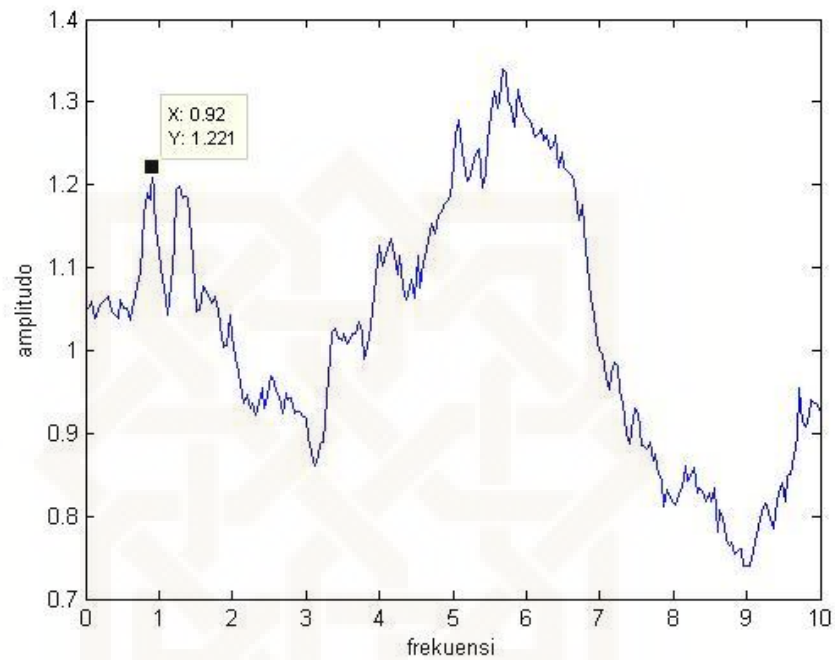
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	25,45228	25,75129	0,951444												
2	25,47445	27,00541	0,943274												
3	25,16778	27,19579	0,962201												
4	25,53028	27,04379	0,959068												
5	26,3202	27,29657	0,914155												
6	25,49791	27,44479	0,940177												
7	25,81191	25,40186	0,940267												
8	25,28701	26,4779	0,938798												
9	25,57252	27,22202	0,955234												
10	25,30209	27,30383	0,9502												
11	25,72335	25,73152	0,962173												
12	25,35757	26,50217	0,941175												
13	25,45154	25,48889	0,967282												
14	25,40172	25,0249	0,944897												
15	25,21477	24,79275	0,968789												
16	22,41511	23,56702	0,951122												
17	21,07575	22,48303	0,93737												
18	20,75351	22,53163	0,918795												

12. Untuk mendapatkan grafik nilai HVSR dilakukan dengan cara *ploting* menggunakan *software* MATLAB R2010a.

13. *Copy paste* terlebih dahulu nilai frekuensi dominan analisis FSR ke dalam satu *file* Excel yang berbeda dan simpan dengan format FSR.xls sehingga dalam satu *file* Excel hanya terdapat nilai frekuensi dominan analisis FSR saja.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1,224171														
2	1,217846														
3	1,213038														
4	1,201076														
5	1,208511														
6	1,23626														
7	1,269117														
8	1,24577														
9	1,321196														
10	1,33262														
11	1,433715														
12	1,476718														
13	1,44544														
14	1,45850														
15	1,49612														
16	1,475706														
17	1,201644														
18	1,573635														
19	1,507477														

14. Dengan *ploting* menggunakan *software* MATLAB R2010a maka akan didapatkan bentuk bentuk sebagai berikut:



15. Dari grafik maka akan diketahui nilai amplifikasi dan nilai frekuensi dominan.
16. Proses ini dilakukan untuk semua hasil pengukuran yang dilakukan di setiap titik lokasi penelitian.

Lampiran 3

```
X=xlsread('EW.xls');
x=X(1:length(X));
M=length(x);
A=2500;

% window ke 1
D=x(((0*A)+1):(1*A));
E=length(D);
r=64;
k=0:E/r-1;
l=0:E-1;
z1=exp(-1j*2*pi*l*(k*r)/E)*D(r*k+1);
z2=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+1)/E)*D(r*k+2);
z3=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+2)/E)*D(r*k+3);
z4=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+3)/E)*D(r*k+4);
z5=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+4)/E)*D(r*k+5);
z6=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+5)/E)*D(r*k+6);
z7=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+6)/E)*D(r*k+7);
z8=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+7)/E)*D(r*k+8);
z9=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+8)/E)*D(r*k+9);
z10=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+9)/E)*D(r*k+10);
z11=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+10)/E)*D(r*k+11);
z12=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+11)/E)*D(r*k+12);
z13=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+12)/E)*D(r*k+13);
z14=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+13)/E)*D(r*k+14);
z15=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+14)/E)*D(r*k+15);
z16=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+15)/E)*D(r*k+16);
z17=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+16)/E)*D(r*k+17);
z18=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+17)/E)*D(r*k+18);
z19=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+18)/E)*D(r*k+19);
z20=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+19)/E)*D(r*k+20);
z21=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+20)/E)*D(r*k+21);
z22=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+21)/E)*D(r*k+22);
z23=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+22)/E)*D(r*k+23);
z24=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+23)/E)*D(r*k+24);
z25=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+24)/E)*D(r*k+25);
z26=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+25)/E)*D(r*k+26);
z27=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+26)/E)*D(r*k+27);
z28=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+27)/E)*D(r*k+28);
z29=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+28)/E)*D(r*k+29);
z30=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+29)/E)*D(r*k+30);
z31=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+30)/E)*D(r*k+31);
z32=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+31)/E)*D(r*k+32);
z33=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+32)/E)*D(r*k+33);
z34=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+33)/E)*D(r*k+34);
z35=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+34)/E)*D(r*k+35);
z36=exp(-1j*2*pi*l*(k*r+35)/E)*D(r*k+36);
```

```

z37=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+36)/E)*D(r*k+37);
z38=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+37)/E)*D(r*k+38);
z39=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+38)/E)*D(r*k+39);
z40=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+39)/E)*D(r*k+40);
z41=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+40)/E)*D(r*k+41);
z42=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+41)/E)*D(r*k+42);
z43=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+42)/E)*D(r*k+43);
z44=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+43)/E)*D(r*k+44);
z45=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+44)/E)*D(r*k+45);
z46=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+45)/E)*D(r*k+46);
z47=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+46)/E)*D(r*k+47);
z48=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+47)/E)*D(r*k+48);
z49=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+48)/E)*D(r*k+49);
z50=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+49)/E)*D(r*k+50);
z51=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+50)/E)*D(r*k+51);
z52=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+51)/E)*D(r*k+52);
z53=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+52)/E)*D(r*k+53);
z54=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+53)/E)*D(r*k+54);
z55=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+54)/E)*D(r*k+55);
z56=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+55)/E)*D(r*k+56);
z57=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+56)/E)*D(r*k+57);
z58=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+57)/E)*D(r*k+58);
z59=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+58)/E)*D(r*k+59);
z60=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+59)/E)*D(r*k+60);
z61=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+60)/E)*D(r*k+61);
z62=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+61)/E)*D(r*k+62);
z63=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+62)/E)*D(r*k+63);
z64=exp(-1j*2*pi*I*(k*r+63)/E)*D(r*k+64);

```

```

p1=z1+z2+z3+z4+z5+z6+z7+z8+z9+z10+z11+z12+z13+z14+z15+z16+z17+z18+z19+z
20+z21+z22+z23+z24+z25+z26+z27+z28+z29+z30+z31+z32+z33+z34+z35+z36+z37+
z38+z39+z40+z41+z42+z43+z44+z45+z46+z47+z48+z49+z50+z51+z52+z53+z54+z55
+z56+z57+z58+z59+z60+z61+z62+z63+z64;
c1=abs(p1)/E;

```

```

% window ke 2
.....
% window ke 3
.....
% window ke n
.....
total=c1+c2+c3+...+c(n)
rata2=total/jumlah window

```

```

Program untuk plotting grafik nilai amplifikasi dan frekuensi dominan:
Y=xlsread('hvsr.xls');
x=Y(1:length(Y));
A=2500;
dt=1/100;

```

```
T=A*dt;  
p=1:A;  
f=p*1/T;  
plot(f(1:250),x(1:250));  
xlabel('frekuensi');  
ylabel('amplitudo');
```



Lampiran 4. Pengolahan data dengan FFT *radix-2*

$$e^{-j2\pi k \frac{n}{N}}$$

$$k=0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots, N-1$$

$$n=0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots, N-1$$

$$\begin{bmatrix} X[0] \\ X[1] \\ X[2] \\ X[3] \\ X[4] \\ X[5] \\ X[6] \\ X[7] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} e^{-j2\pi 0 \frac{0}{8}} & e^{-j2\pi 0 \frac{1}{8}} & e^{-j2\pi 0 \frac{2}{8}} & e^{-j2\pi 0 \frac{3}{8}} & e^{-j2\pi 0 \frac{4}{8}} & e^{-j2\pi 0 \frac{5}{8}} & e^{-j2\pi 0 \frac{6}{8}} & e^{-j2\pi 0 \frac{7}{8}} \\ e^{-j2\pi \frac{0}{8}} & e^{-j2\pi \frac{1}{8}} & e^{-j2\pi \frac{2}{8}} & e^{-j2\pi \frac{3}{8}} & e^{-j2\pi \frac{4}{8}} & e^{-j2\pi \frac{5}{8}} & e^{-j2\pi \frac{6}{8}} & e^{-j2\pi \frac{7}{8}} \\ e^{-j2\pi 2 \frac{0}{8}} & e^{-j2\pi 2 \frac{1}{8}} & e^{-j2\pi 2 \frac{2}{8}} & e^{-j2\pi 2 \frac{3}{8}} & e^{-j2\pi 2 \frac{4}{8}} & e^{-j2\pi 2 \frac{5}{8}} & e^{-j2\pi 2 \frac{6}{8}} & e^{-j2\pi 2 \frac{7}{8}} \\ e^{-j2\pi 3 \frac{0}{8}} & e^{-j2\pi 3 \frac{1}{8}} & e^{-j2\pi 3 \frac{2}{8}} & e^{-j2\pi 3 \frac{3}{8}} & e^{-j2\pi 3 \frac{4}{8}} & e^{-j2\pi 3 \frac{5}{8}} & e^{-j2\pi 3 \frac{6}{8}} & e^{-j2\pi 3 \frac{7}{8}} \\ e^{-j2\pi 4 \frac{0}{8}} & e^{-j2\pi 4 \frac{1}{8}} & e^{-j2\pi 4 \frac{2}{8}} & e^{-j2\pi 4 \frac{3}{8}} & e^{-j2\pi 4 \frac{4}{8}} & e^{-j2\pi 4 \frac{5}{8}} & e^{-j2\pi 4 \frac{6}{8}} & e^{-j2\pi 4 \frac{7}{8}} \\ e^{-j2\pi 5 \frac{0}{8}} & e^{-j2\pi 5 \frac{1}{8}} & e^{-j2\pi 5 \frac{2}{8}} & e^{-j2\pi 5 \frac{3}{8}} & e^{-j2\pi 5 \frac{4}{8}} & e^{-j2\pi 5 \frac{5}{8}} & e^{-j2\pi 5 \frac{6}{8}} & e^{-j2\pi 5 \frac{7}{8}} \\ e^{-j2\pi 6 \frac{0}{8}} & e^{-j2\pi 6 \frac{1}{8}} & e^{-j2\pi 6 \frac{2}{8}} & e^{-j2\pi 6 \frac{3}{8}} & e^{-j2\pi 6 \frac{4}{8}} & e^{-j2\pi 6 \frac{5}{8}} & e^{-j2\pi 6 \frac{6}{8}} & e^{-j2\pi 6 \frac{7}{8}} \\ e^{-j2\pi 7 \frac{0}{8}} & e^{-j2\pi 7 \frac{1}{8}} & e^{-j2\pi 7 \frac{2}{8}} & e^{-j2\pi 7 \frac{3}{8}} & e^{-j2\pi 7 \frac{4}{8}} & e^{-j2\pi 7 \frac{5}{8}} & e^{-j2\pi 7 \frac{6}{8}} & e^{-j2\pi 7 \frac{7}{8}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x[0] \\ x[1] \\ x[2] \\ x[3] \\ x[4] \\ x[5] \\ x[6] \\ x[7] \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X[0] \\ X[1] \\ X[2] \\ X[3] \\ X[4] \\ X[5] \\ X[6] \\ X[7] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 \\ 1.0000 & 0.7071 - 0.7071i & 0.0000 - 1.0000i & -0.7071 - 0.7071i & -1.0000 - 0.0000i & -0.7071 - 0.7071i & -0.0000 + 1.0000i & 0.7071 + 0.7071i \\ 1.0000 & 0.0000 - 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -0.0000 + 1.0000i & 1.0000 + 0.0000i & 0.0000 - 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -0.0000 + 1.0000i \\ 1.0000 & -0.7071 - 0.7071i & -0.0000 + 1.0000i & 0.7071 - 0.7071i & -1.0000 - 0.0000i & 0.7071 + 0.7071i & 0.0000 - 1.0000i & -0.7071 + 0.7071i \\ 1.0000 & -1.0000 - 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i \\ 1.0000 & -0.7071 + 0.7071i & -0.0000 - 1.0000i & 0.7071 - 0.7071i & 1.0000 - 0.0000i & 0.7071 - 0.7071i & -1.0000 + 0.0000i & -0.7071 - 0.7071i \\ 1.0000 & -0.0000 + 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & 0.0000 - 1.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 + 0.0000i & -1.0000 + 0.0000i & -0.0000 - 1.0000i \\ 1.0000 & 0.7071 + 0.7071i & -0.0000 + 1.0000i & -0.7071 + 0.7071i & -1.0000 + 0.0000i & -0.7071 - 0.7071i & -0.0000 - 1.0000i & 0.7071 - 0.7071i \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} x[0] \\ x[1] \\ x[2] \\ x[3] \\ x[4] \\ x[5] \\ x[6] \\ x[7] \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X[0] \\ X[1] \\ X[2] \\ X[3] \\ X[4] \\ X[5] \\ X[6] \\ X[7] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 \\ 1.0000 & 0.0000 - 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -0.0000 + 1.0000i & 0.7071 - 0.7071i & -0.7071 - 0.7071i & -0.7071 + 0.7071i & 0.7071 + 0.7071i \\ 1.0000 & -1.0000 - 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & 0.0000 - 1.0000i & 0.0000 - 1.0000i & 0.0000 - 1.0000i & -0.0000 + 1.0000i \\ 1.0000 & -0.0000 + 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & 0.0000 - 1.0000i & -0.7071 - 0.7071i & 0.7071 + 0.7071i & 0.7071 + 0.7071i & -0.7071 + 0.7071i \\ 1.0000 & 1.0000 + 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i \\ 1.0000 & -0.0000 + 1.0000i & 1.0000 - 0.0000i & -0.0000 + 1.0000i & -0.7071 + 0.7071i & 0.7071 + 0.7071i & 0.7071 - 0.7071i & -0.7071 - 0.7071i \\ 1.0000 & -1.0000 - 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -0.0000 + 1.0000i & 0.0000 - 1.0000i & -0.0000 + 1.0000i & -0.0000 - 1.0000i \\ 1.0000 & -0.0000 + 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -0.0000 - 1.0000i & 0.7071 + 0.7071i & -0.7071 + 0.7071i & -0.7071 - 0.7071i & 0.7071 - 0.7071i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 7 \\ 8 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X[0] \\ X[1] \\ X[2] \\ X[3] \\ X[4] \\ X[5] \\ X[6] \\ X[7] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 \\ 1.0000 & 0.0000 - 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -0.0000 + 1.0000i \\ 1.0000 & -1.0000 - 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i \\ 1.0000 & -0.0000 + 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & 0.0000 - 1.0000i \\ 1.0000 & 1.0000 + 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i \\ 1.0000 & -0.0000 + 1.0000i & 1.0000 - 0.0000i & -0.0000 + 1.0000i \\ 1.0000 & -1.0000 - 0.0000i & 1.0000 + 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i \\ 1.0000 & -0.0000 + 1.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -0.0000 - 1.0000i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \\ 7 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 & 1.0000 \\ 0.7071 - 0.7071i & -0.7071 - 0.7071i & -0.7071 + 0.7071i & 0.7071 + 0.7071i \\ 0.0000 - 1.0000i & 0.0000 - 1.0000i & 0.0000 - 1.0000i & -0.0000 + 1.0000i \\ -0.7071 - 0.7071i & 0.7071 + 0.7071i & 0.7071 + 0.7071i & -0.7071 + 0.7071i \\ -1.0000 - 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i & -1.0000 - 0.0000i \\ -0.7071 + 0.7071i & 0.7071 + 0.7071i & 0.7071 - 0.7071i & -0.7071 - 0.7071i \\ -0.0000 + 1.0000i & 0.0000 - 1.0000i & -0.0000 + 1.0000i & -0.0000 - 1.0000i \\ 0.7071 + 0.7071i & -0.7071 + 0.7071i & -0.7071 - 0.7071i & 0.7071 - 0.7071i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \\ 6 \\ 8 \end{bmatrix}$$

X(0)	X(1)	X(2)	X(3)	X(4)	X(5)	X(6)	X(7)
36.0000	-4.0000 + 9.6569i	-4.0000 + 4.0000i	-4.0000 + 1.6569i	-4.0000 - 0.0000i	-4.0000 - 1.6569i	-4.0000 - 4.0000i	-4.0000 - 9.6569i

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Pingki Arista
NIM : 11620018
Jurusan : Fisika
Tempat, Tanggal Lahir : Metro, 8 April 1992
Alamat Asal : Jln. AH. Nasution No:45, Lampung Timur
Nomer Telp : 089672968408
Email : pingki.arista@yahoo.com

Asal Sekolah

UIN Sunan Kalijaga	2011-2015
MAN 2 Metro Lampung Timur	2008 - 2010
SMP N 7 Metro	2005-2008
SDN 1 Metro	1999-2005