

**MIKROZONASI INDEKS KERENTANAN SEISMIK
DI KAWASAN CANDI RATU BOKO
YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1

Program studi Fisika



Diajukan oleh
Antik Wahyuningsih
10620006

Kepada

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

2015



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-UINSK-BM-05-07/R0

PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Nomor : UIN.02/D.ST/PP.01.1/1692/2015

Skripsi/Tugas Akhir dengan judul : Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik di Kawasan Candi Ratu Boko Yogyakarta

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :
Nama : Antik Wahyuningsih
NIM : 10620006
Telah dimunaqasyahkan pada : 21 April 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.19840223 200801 1 011

Penguji I

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

Penguji II

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

Yogyakarta, 16 Juni 2015

UIN Sunan Kalijaga

Fakultas Sains dan Teknologi

Dekan



Dekan H. Maizer Said Nahdi, M.Si
NIP. 19550427 198403 2 001



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal : Pengajuan Munaqosyah

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu'alaikum wr. wb.

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

Nama : Antik Wahyuningsih

NIM : 10620006

Judul Skripsi : Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Di Kawasan Candi Ratu Boko
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 Program Studi Fisika

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

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Yogyakarta, Maret 2015

Pembimbing I

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Antik Wahyuningsih

Nim : 10620006

Program Studi : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik di Kawasan Candi Ratu Boko Yogyakarta” merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian – bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi – sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Yogyakarta, April 2015

Yang menyatakan



Antik Wahyuningsih
NIM. 10620006

MOTTO

“Sesungguhnya setelah kesulitan ada kemudahan”

(Q.S. Al-Insyiroh : 5)”

“Sesuatu yang belum dikerjakan seringkali tampak mustahil, namun kita harus yakin kalau kita dapat melakukan dengan baik”

“tak ada pengorbanan yang sia-sia”

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur, skripsi ini saya persembahkan kepada:

Kedua Orang Tua kandung saya, kakak, adik dan keponakan tersayang dan tercinta yang senantiasa memberikan do'a, izin dan semangat.

Almaterku Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan untuk menimba ilmu dan pengalaman.

Teman-teman Fisika 2010 (Hera, Fiqih, Frisca, Dwi Nj, Nur, Aya, Nana, Fitri, Hanny, Ahsin, Fuad, Ary, Sidiq, Yafie, Irul, Kukuh, Bambang, Dany, Alaika, Lutfie)

Semua pihak yang turut membantu penulis, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji syukur penulis bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, serta sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, beserta keluarganya, para sahabat dan orang-orang yang mengikuti jejak Rasulullah sampai hari kiamat. Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “**Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik di Kawasan Candi Ratu Boko Yogyakarta**”. Penyusunan skripsi ini banyak mendapatkan bantuan masukan dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga terselesaikannya skripsi ini, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis.
2. Bapak Prof. Dr. H. Akh. Minhaji, M.A, Ph.D, selaku Rektor UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Dr. Maizer Said Nahdi, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sain dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M.Sc, selaku Ketua Program Studi Fisika.
5. Bapak Nugroho Budi Wibowo, M.Si, selaku pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
6. Ibu Retno Rahmawati, M.Si, sebagai dosen penasehat akademik yang senantiasa membimbing dengan sabar selama perkuliahan.

7. Semua staf Tata Usaha dan karyawan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta dan semua Staff Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Yogyakarta yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesainya skripsi ini.
8. Seluruh Staff Balai Pelestarian Cagar Budaya Yogyakarta yang telah memberikan izin penelitian dalam pelaksanaan penelitian skripsi ini.
9. Kedua Orang Tua yang telah memberikan doa dan dukungan.
10. Semua pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu .

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kekurangan yang perlu disempurnakan, maka dari itu penulis mengharapkan bagi para pembaca dapat memberikan kritik ataupun saran yang membangun untuk pebaikan skripsi ini dimasa yang akan datang, sehingga untuk kedepannya lebih sempurna dalam penyusunannya.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Aamiin...

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta,..... 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Penelitian	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Batasan Penelitian.....	6
1.5. Manfaat Penelitian	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Studi Pustaka.....	8
2.2. Landasan Teori.....	10
2.2.1. Gempabumi	10
2.2.2. Lempeng Tektonik.....	13
2.2.3. Stratigrafi Situs Ratu Boko dan Struktur Geologi	14
2.2.3.1. Stratigrafi	14
2.2.3.2. Struktur Geologi	18
2.2.4. Geografis dan Sejarah Ratu Boko	18
2.2.5. Gelombang Seismik.....	19
2.2.5.1. Gelombang Badan (<i>Body Waves</i>)	23
2.2.5.2. Gelombang Permukaan (<i>Surface Wave</i>)	26
2.2.6. Mikrotremor.....	28
2.2.6.1. Faktor Amplifikasi	29
2.2.6.2. Frekuensi Natural.....	31
2.2.7. Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)	33
2.2.8. Indeks Kerentanan Seismik.....	37
2.2.9. Mikrozonasi	40
2.2.10. Penjelasan Gempabumi dalam Al-Qur'an.....	42
BAB III METODE PENELITIAN.....	44
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	44
3.2. Alat dan Bahan Penelitian.....	45
3.2.1. Alat Penelitian	45
3.2.2. Bahan Penelitian	47
3.3. Prosedur Penelitian	48
3.3.1. Tahap Persiapan Penelitian.....	49
3.3.2. Tahap Akuisisi Data (Pengambilan Data)	51
3.3.3. Tahap Analisis (Pengolahan Data)	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Hasil Penelitian	58

4.1.1. Faktor Amplifikasi (A_o) dan Frekuensi Predominan (f_o).....	60
4.1.2. Indeks Kerentanan Seismik	61
4.1.3. Pengaruh Faktor Amplifikasi (A_o), Frekuensi Predominan (f_o) dan Indeks Kerentanan Seismik (K_g).....	63
4.2. Pembahasan.....	64
4.2.1. Faktor Amplifikasi (A_o) dan Frekuensi Predominan (f_o).....	65
4.2.2. Indeks Kerentanan Seismik	68
4.2.3. Pengaruh Frekuensi Predominan (f_o), Faktor Amplifikasi (A_o) dan Indeks Kerentanan Seismik (K_g).....	70
4.2.4. Integrasi-Interkoneksi	70
BAB V PENUTUP	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	77

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 1.1 Data Kerusakan Bangunan Candi Ratu Boko Akibat Gempabumi 27 Mei 2006 di Yogyakarta.....	4
Tabel 2.1 Pembagian zona berdasarkan nilai Amplifikasi.....	31
Tabel 2.2 Klasifikasi Jenis Tanah Kanai dan Tanaka	33
Tabel 2.3 Hub. antara Regangan (γ) dengan Sifat Dinamik Tanah	37
Tabel 2.4 Koefisien Zona Gempa Z.....	41
Tabel 3.1 Beberapa persyaratan teknis survei mikrotremor di lapangan	52
Tabel 3.2 Lembar pengambilan data (<i>check list</i>) mikrotremor	54
Tabel 3.3 Kriteria reliable dari kurva H/V	55
Tabel 4.1 Data hasil frekuensi dominan (f_o) dan faktor amplifikasi (A_o) di kawasan Candi Ratu Boko.....	60
Tabel 4.2 Data hasil perhitungan Indeks Kerentanan Seismik (K_g) di setiap titik pengukuran.....	62

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 1.1 Peta pertemuan lempeng tektonik di Indonesia..	2
Gambar 1.2 Peta Sesar aktif di Pulau Jawa.....	3
Gambar 2.1 Sketsa jenis pertemuan lempeng tektonik	14
Gambar 2.2 Geologi Regional Daerah Istimewa Yogyakarta.....	17
Gambar 2.3 Elemen kubus dalam pengaruh tegangan yang tidak setimbang. Ditinjau tegangan pada permukaan kubus yang tegak lurus Terhadap sumbu x.....	20
Gambar 2.4 Ilustrasi gerak gelombang primer (P).....	24
Gambar 2.5 Ilustrasi gerak gelombang sekunder (S).....	25
Gambar 2.6 Konsep dasar amplifikasi gelombang seismik	30
Gambar 2.7 Model cekungan yang berisi material sedimen halus.....	34
Gambar 2.8 Regangan geser (<i>deformasi</i>) pada permukaan tanah.....	38
Gambar 3.1 Peta lokasi daerah penelitian.....	44
Gambar 3.2 Peralatan pengukuran mikrotremor.....	46
Gambar 3.3 Potongan peta geologi regional Yogyakarta dan sekitarnya....	47
Gambar 3.4 Diagram alir penelitian.....	48
Gambar 3.5 Titik-titik lokasi penelitian.....	50
Gambar 3.6 Diagram alir pengambilan data.....	51
Gambar 3.7 Data <i>Digitalizer</i> yang tersimpan saat pengambilan data.....	53
Gambar 3.8 Proses <i>Windowing</i>	56
Gambar 4.1 Data tiga komponen, yaitu komponen vetrikal, horisontal (Utara-Selatan) dan horisontal (Barat-Timur).....	58
Gambar 4.1 Spektrum HVSR di titik 15	59
Gambar 4.3 (a)Peta Mikrozonasi distribusi faktor amplifikasi (A_o) dan (b) Peta Mikrozonasi distribusi frekuensi dominan (f_o) di Kawasan Candi Ratu Boko Yogyakarta.....	61
Gambar 4.4 Peta Mikrozonasi indeks kerentanan seismik	63
Gambar 4.5 Pengaruh dari frekuensi dominan (f_o) suatu daerah terhadap	

faktor amplifikasi (A_o) dan nilai indeks kerentanan seismik (K_g) berdasarkan hasil penelitian	64
Gambar 4.6 Peta persebaran spasial indeks kerentanan seismik dan kerusakan bangunan candi	69



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran I Data Hasil Pengukuran.....	77
Lampiran II Perhitungan Hasil Pengukuran.....	78
Lampiran III Tahap Pengolahan Data.....	79
Lampiran IV Technical Indicator Digital Portable Seismograph Tipe TDL-303S.....	91
Lampiran V Windowing Proses.....	94
Lampiran VI Analisa Sesame European Research Project.....	98
Lampiran VII Dokuman Penelitian.....	104

MIKROZONASI INDEKS KERENTANAN SEISMIK DI KAWASAN CANDI RATU BOKO YOGYAKARTA

Antik Wahyuningsih
10620006

INTISARI

Gempabumi 27 Mei 2006 di Yogyakarta mengakibatkan kerusakan bangunan rumah warga dan bangunan bersejarah seperti bangunan candi-candi di Yogyakarta. Candi Ratu Boko merupakan salah satu candi yang mengalami kerusakan akibat peristiwa gempabumi yang terjadi Tahun 2006 di Yogyakarta. Untuk meminimalisir kerusakan bangunan candi saat terjadi gempabumi di masa yang akan datang, maka dilakukan penelitian mikrozonasi indeks kerentanan seismik. Penelitian dilakukan dengan penengukuran mikrotremor di kawasan Candi Ratu Boko yang diperoleh dari 24 titik lokasi pengambilan data. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mikrozonasi indeks kerentanan seismik (K_g) sehingga dapat diketahui tingkat kerawanan kerusakan bangunan akibat gempabumi. Analisis data mikrotremor menggunakan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) untuk mendapatkan frekuensi dominan (f_o) dan faktor amplifikasi (A_o) di setiap titik penelitian yang hasilnya digunakan untuk menentukan nilai indeks kerentanan seismik (K_g).

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari penelitian, nilai frekuensi dominan (f_o) di kawasan Candi Ratu Boko berkisar antara 0,6359 Hz hingga 5,9325 Hz yang termasuk dalam klasifikasi jenis tanah II dan jenis tanah IV, sedangkan nilai faktor amplifikasi (A_o) berkisar antara 1,4006 hingga 7,4871. Dari hasil f_o dan A_o memperlihatkan bahwa secara umum candi Ratu Boko berpotensi kerusakan cukup rendah akibat gempabumi. Hal ini bersesuaian dengan nilai indeks kerentanan seismik (K_g) yang nilainya antara $0,33069 s^2/cm$ hingga $42,8439 s^2/cm$.

Kata Kunci : Mikrotremor, Faktor Amplifikasi, Indeks Kerentanan Seismik, Candi Ratu Boko

MIKROZONASI INDEKS KERENTANAN SEISMIK DI KAWASAN CANDI RATU BOKO YOGYAKARTA

Antik Wahyuningsih
10620006

ABSTRAC

Earthquake 27 May 2006 in Yogyakarta, resulting in damage to the building of homes and historic buildings such as building temples in Yogyakarta. Ratu Boko temple is one of the temples that were damaged by the earthquake events that occurred in 2006 in Yogyakarta. To minimize damage to the temple during an earthquake in the future, then do microzonation study of seismic vulnerability index. The study was conducted with penengukuran microtremor in the Ratu Boko temple area obtained from 24-point location data retrieval. This study aims to microzonation seismic vulnerability index (K_g) so as to know the level of vulnerability to damage caused by the earthquake. Microtremor data analysis using HVSr method (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) to obtain the predominant frequency (f_o) and amplification factor (A_o) at every point of the research results are used to determine the value of the seismic vulnerability index (K_g)

Based on the results obtained from the study, the predominant frequency value (f_o) in the Ratu Boko Temple ranged from 0,6359 to 5,9325 Hz included in the classification of soil type II and type IV soil, while the value of the amplification factor (A_o) ranging from 1,4006 to 7,4871. From the results and show that in general the temple Boko potentially quite low due to earthquake damage. This corresponds to the value of the seismic vulnerability index (K_g) with a value between $0,33069 s^2/cm$ hingga $42,8439 s^2/cm$.

Keywords: Microtremor, Amplification Factor, Seismic Vulnerability Index, Ratu Boko Temple

BAB I

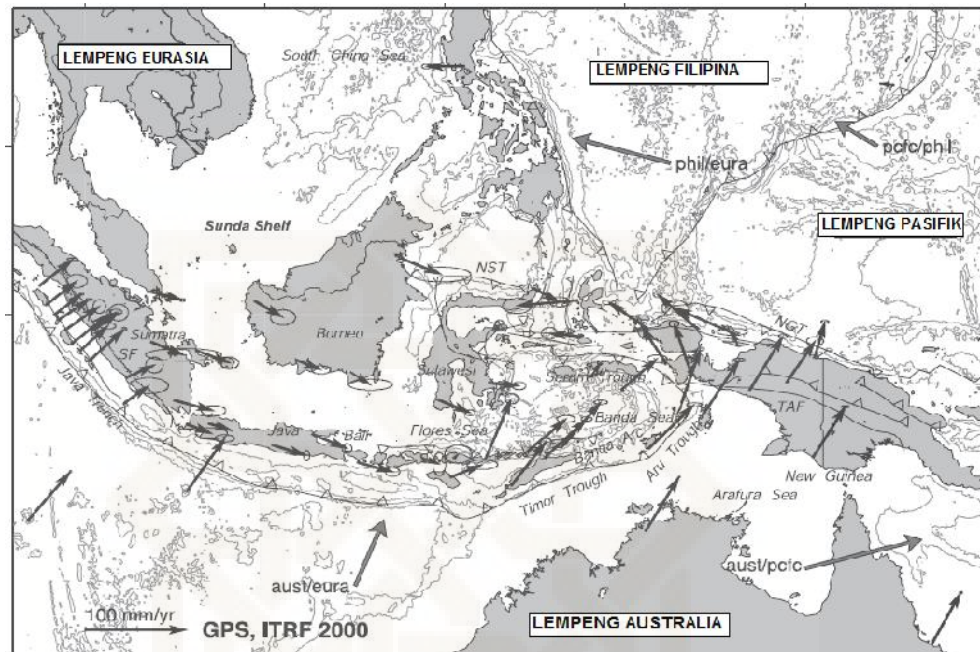
PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gempabumi merupakan suatu peristiwa bergetarnya bumi akibat pelepasan energi di dalam bumi yang ditandai dengan adanya patahan lapisan batuan pada kerak bumi. Energi penyebab terjadinya gempabumi dihasilkan dari pergerakan lempeng-lempeng tektonik yaitu saling bertabrakan (*Konvergen*), bergerak terpisah (*Divergen*) dan meluncur (*Transform*). Energi yang dihasilkan dipancarkan kesegala arah berupa gelombang gempabumi sehingga efeknya dapat dirasakan sampai ke permukaan bumi, serta sering kali menimbulkan kerugian dan kerusakan pada bangunan.

Secara tektonik 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 yang sangat aktif bergerak satu terhadap yang lainnya (Ibrahim, 2005). Pergerakan lempeng yang masih aktif menimbulkan gaya kompresi dan regangan di berbagai wilayah Indonesia yang dapat memicu terjadinya sesar-sesar sebagai sumber gempabumi. Pulau Jawa merupakan salah satu Pulau di Indonesia yang rawan akan terjadinya gempabumi karena berada di dekat zona subduksi lempeng Indo-Australia yang menunjam di bawah lempeng Eurasia. Pergerakan lempeng tektonik di Indonesia dapat

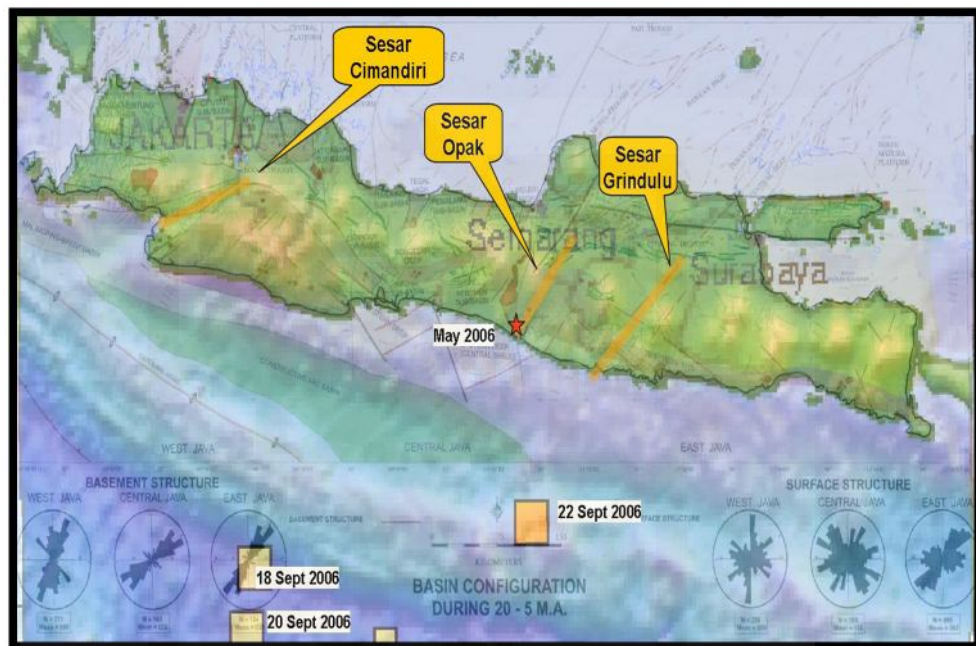
ditunjukkan pada peta pergerakan lempeng tektonik di Indonesia (Gambar 1.1.):



Gambar 1.1 Peta pertemuan lempeng tektonik di Indonesia (sumber: Daryono, 2011)

Pulau Jawa bagian selatan merupakan daerah yang rawan terjadinya gempa bumi, terutama di wilayah Yogyakarta. Gempa bumi yang terjadi di Yogyakarta pada tanggal 27 Mei 2006 berkekuatan 5,9 Skala Richter telah menyebabkan kerusakan bangunan, rumah-rumah dan termasuk candi-candi di Yogyakarta seperti candi Prambanan, candi Ratu Boko dan candi-candi lainnya. Candi merupakan bangunan bersejarah yang memiliki nilai seni, budaya dan sebagai tempat peribadatan umat Hindu dan Budha. Kejadian gempa bumi di Yogyakarta merupakan salah satu akibat dari letak geografis Daerah Istimewa Yogyakarta yang berada di zona tumbukan aktif antara lempeng Eurasia dan lempeng Indo-Australia. Selain itu wilayah Yogyakarta rawan terjadi gempa bumi karena akibat aktivitas beberapa

Sesar, seperti Sesar Opak. Sesar Opak merupakan patahan aktif di Pulau Jawa yang memanjang di Sungai Opak dari Pantai Selatan ke Yogyakarta, yang di tunjukkan dalam peta Sesar aktif Pulau Jawa (Gambar 1.2).



Gambar 1.2 Peta Sesar Aktif di Pulau Jawa
(Sumber: Priyowidodo, 2013)

Candi Ratu Boko merupakan salah satu dari candi-candi di Yogyakarta yang memiliki nilai sejarah yang sangat tinggi sebagai tempat peribadatan dan pariwisata. Candi Ratu Boko sendiri juga merupakan salah satu candi di Yogyakarta yang mengalami kerusakan setelah terjadinya gempa bumi di Yogyakarta pada tahun 2006. Hal tersebut dapat ditunjukkan melalui data kerusakan bangunan candi dan benda cagar budaya yang rusak akibat gempa bumi 27 Mei 2006 di Yogyakarta sebagaimana diperlihatkan pada tabel 1.1. Kerusakan yang diakibatkan gempa 2006 tersebut tidak terlepas dari letak daerah Candi Ratu Boko yang secara fisiografi berada di zona depresi Jawa Tengah yang ditumbuhi banyak gunung berapi yang

menyambung dengan perbukitan di zona pegunungan Selatan. (Van Bemmelen, 1949). Selain itu wilayah candi Ratu Boko juga berbatasan dengan Sungai Opak yang merupakan letak dari Sesar Opak yang diidentifikasi sebagai tempat rawan terjadi gempa bumi.

Tabel 1.1 Data Kerusakan Bangunan Candi Ratu Boko Akibat Gempabumi 27 Mei 2006 di Yogyakarta

No	Bangunan yang Rusak	Diskripsi Kerusakan	Volume
1.	Talud Sisi Barat Pendopo	Kerusakan Ringan di utara Weerket batu, isiannya runtuh, batu isian talud runtuh 5m x 2m	10 m ²
2.	Gapura Masuk Pendopo	5 buah kemuncak pagar gapura pendopo Ratu Boko Jatuh, ukuran kemuncak 0,40 x 0,34 m ³	5 buah
3.	Pagar Pendopo	Beberapa kemuncak pagar pendopo letaknya bergeser, Jumlah 6 buah, sisi Selatan 1 buah, Barat 1 buah, Timur 3 buah dan Utara 1 buah	6 buah

(Sumber: BPPCB, 2006)

Informasi mengenai indeks kerentanan seismik di wilayah candi Ratu Boko masih terbatas. Oleh karena itu, perlu diadakannya penelitian untuk meminimalisir kerusakan-kerusakan pada bangunan candi Ratu Boko yang diakibatkan oleh gempa bumi dan untuk melestarikannya. Salah satu tindakan pencegahan yang dapat dilakukan adalah dengan mengetahui nilai indeks kerentanan seismik daerah tersebut. Indeks kerentanan seismik merupakan indeks yang menggambarkan tingkat kerentanan lapisan tanah permukaan terhadap deformasi tanah saat terjadi gempa bumi. Daerah yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik tinggi berarti daerah tersebut rentan terhadap kerusakan saat terjadi gempa bumi, sebaliknya daerah yang memiliki nilai indeks kerentanan seismik rendah berarti kerentanan terhadap gempa bumi kecil .

Data indeks kerentanan seismik ini diperoleh dari pengukuran mikrotremor dan dianalisis dengan menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio* (HVSr). Pengukuran mikrotremor merupakan salah satu cara untuk mengetahui besarnya tingkat kerentanan seismik terhadap bencana gempa bumi dan mengetahui struktur permukaan lapisan tanah. Mikrotremor merupakan simpangan getaran yang sangat kecil di permukaan bumi yang berlangsung terus menerus akibat adanya sumber getar seperti yang disebabkan oleh aktifitas manusia, lalu lintas kendaraan, angin atau hujan, mesin industri dan lain sebagainya (Daryono, 2009). Metode HVSr merupakan metode yang memperlihatkan hubungan perbandingan antara rasio spektrum fourier dari sinyal mikrotremor komponen horizontal terhadap komponen vertikalnya. Parameter penting yang dihasilkan dalam metode HVSr adalah frekuensi dominan dan faktor amplifikasi (Nakamura, 1989).

1.2. Rumusan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka dapat ditentukan rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapa nilai faktor amplifikasi dan frekuensi dominan di kawasan candi Ratu Boko dengan menggunakan metode HVSr?
2. Berapa nilai indeks kerentanan seismik di kawasan candi Ratu Boko?
3. Bagaimana mikrozonasi indeks kerentanan seismik di kawasan candi Ratu Boko?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang harus dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan nilai faktor amplifikasi dan frekuensi dominan di kawasan candi Ratu Boko dengan mengacu pada kurva HVSR.
2. Menentukan indeks kerentanan seismik di kawasan candi Ratu Boko.
3. Membuat mikrozonasi indeks kerentanan seismik di kawasan candi Ratu Boko.

1.4. Batasan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka batasan pada penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian terletak di kawasan candi Ratu Boko, Yogyakarta dengan koordinat geografis $-7.768740^{\circ}\text{LS}$ s.d $-7.772333^{\circ}\text{LS}$ dan $110.486367^{\circ}\text{BT}$ s.d $110.491757^{\circ}\text{BT}$.
2. Data frekuensi dominan dan faktor amplifikasi yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari pengukuran mikrotremor menggunakan alat TDS-303 (*Digital Portable Seismograph*) dengan metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*).
3. Mikrozonasi bahaya seismik di kawasan candi Ratu Boko didasarkan pada nilai indeks kerentanan seismik di daerah tersebut.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat bagi Pemerintah dan Masyarakat

Dapat memberikan informasi tentang bahaya seismik di kawasan candi Ratu Boko yang dapat digunakan sebagai mitigasi bencana gempabumi di masa yang akan datang.

2. Manfaat bagi bidang akademik

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah pengalaman dan menambah ilmu pengetahuan kepada peneliti dalam bidang ilmu kegempaan.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil analisa data penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai frekuensi dominan tanah di kawasan Candi Ratu Boko berkisar antara 0,6359 Hz hingga 5,9325 Hz, berdasarkan nilai frekuensi dominan bahwa jenis tanah di kawasan Candi Ratu Boko tergolong dalam klasifikasi jenis tanah II dan IV. Nilai faktor amplifikasi berkisar antara 1,4006 hingga 7,4871.
2. Nilai indeks kerentanan seismik berkisar antara $0,33069 \times 10^{-6} s^2/cm$ hingga $42,8439 \times 10^{-6} s^2/cm$. Secara umum memiliki nilai indeks kerentanan seismik yang sedang, sehingga berpotensi kerusakan ringan saat terjadi gempabumi.
3. Distribusi mikrozonasi indeks kerentanan seismik menunjukkan secara umum bahwa kawasan Candi Ratu Boko relatif berpotensi kerusakan bangunan yang cukup rendah saat terkena gempabumi.

5.2. Saran

Untuk penelitian yang selanjutnya sebaiknya diperlukan perhitungan variabel yang lain seperti untuk perhitungan ketebalan sedimen dan identifikasi potensi longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- BPPCB, 1984, *Peta Situs Kraton Ratu Boko*, Yogyakarta: Suaka Peninggalan Sejarah dan Purbakala Daerah Istimewa Yogyakarta
- BPPCB, 2006, *Laporan Akhir Observasi dan Pendataan Kerusakan Benda Cagar Budaya/ Situs. Di Wilayah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Pasca Gempa Tektonik 27 Mei 2006*. Yogyakarta: Balai Pelestarian Peninggalan Purbakala
- Daryono *et al*, 2009, *Data Mikrotremor dan Pemanfaatannya untuk Pengkajian Bahaya Gempabumi*, Yogyakarta: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika.
- Daryono, 2011, *Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Mikrotremor pada Setiap Satuan Bentuklahan di Zona Graben Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*, Yogyakarta : Disertasi UGM
- Disgantara, F., 2008, *Pemetaan amplifikasi Mikrozonasi Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan metode Horizontal To Vertical Spectral Ratio (HVSR)*, Skripsi S-1 Program Studi Teknik Geologi, FT, Yogyakarta: UGM
- Elnashai, S.A. dan Sarno, D.L., 2008, *Fundamental of Earthquake Engineering*, Wiley, Hongkong
- ESDM, 2014, *Gempabumi dan Tsunami*, Diakses dari <http://vsi.esdm.go.id> pada tanggal 26 Agustus 2014, pada Pukul 09.35 WIB
- Ettwein, V., dan Malin, M., 2011, *Physical Geography: Fundamentals of the Physical Environment*, London: University of London International Programmes
- Gofar, M., 2008, *Gempabumi dalam Perspektif Al-Qur'an*, Skripsi S-1 F.Usuludin, Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Ibrahim, Gunawan dan Subardjo, 2005, *Pengetahuan Seismolog*, Jakarta : Badan Meteorologi dan Geofisika
- Irfani, M.A., 2014, “*Studi Mikrotremor untuk Zonasi Bahaya Gempabumi Daerah Surakarta Provinsi Jawa Tengah*”, Skripsi S-1 Program Studi Teknik Geologi, FT, Yogyakarta: UGM
- Laberta, S., 2013, *Mikrozonasi Indeks Kerentanan Seismik Berdasarkan Analisis Mikrotremor di Kecamatan Jetis, Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta*, Skripsi S-1 Program Studi Fisika, FMIPA Yodyakarta: UNY
- Maksudi, Habib, 2006, *Pandangan Sains dalam Al-Qur'an Tentang Gempabumi*, Skripsi S-1 F.Tarbiyah, Yogyakarta : UIN Sunan Kalijaga

- Martasari, S. F., 2013, *Analisis Struktur Lapisan Tanah Berdasarkan Ketebalan Sedimen Menggunakan Mikrotremor dengan Metode Horizontal to Vertical Spectral Ratio*, Skripsi S-1, Program Studi Fisika, FST, Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Murtono, Anton, 2013, *Analisis Mikrotremor dengan Metode HVSR (Nakamura) untuk Mikrozonasi Gempabumi Daerah Candi Plaosan dan Sekitarnya. Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah*. Skripsi S-1 Program Studi Teknik Geologi, FT, Yogyakarta: UGM
- Nakamura, Y., 1989, *A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using Mikrotremor on the Ground Surface*, Japan: Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI). Vol. 3, No.1.
- Nakamura, Y., 1997, *Seismik Vulnerability Indices for Ground and Structures Using Mikrotremor*, Florence: World Congress on Railway Research.
- Nakamura, Y., 2000, *Real Time Information System for Seismic Hazards Mitigation UrEDAS, HERAS and PIC*, Japan: Quarterly Report of RTRI, Vol.37, No.3, 112-117
- Nakamura, Y., 2008, *The change of the dynamic characteristics using microtremor*, Dept. of Built Environment, Japan: Tokyo Institut of Technilogy
- Parwatiningsy, D., 2008, *Perbandingan Karakteristik lapisan Bawah Permukaan Berdasarkan Analisis Gelombang Mikrotremor dan Data Bor*. Jurnal Ilmiah Faktor Exacta **Vol. 1 No. 3 Januari 2008: 9-11.**
- Priyowidodo, G dan Jandy E, L, 2013, *Literasi Mitigasi Bencana Tsunami Untuk Masyarakat Pesisir di Kabupaten Pacitan Jawa Timur*, Jurnal Vol.13 No.1, Program Studi Ilmu Komunikasi, Surabaya: UK Petra
- Putra. Risky C., 2013, *Analisis Frekuensi dan Amplifikasi Mikrotremor dalam Menentukan Tingkat Kerentanan Gempabumi di Daerah Candi Prambanan dan Sekitarnya, Kabupaten Klaten, Propinsi Jawa Tengah*, Skripsi S-1 Program Studi Teknik Geologi, FT, Yogyakarta: UGM
- Raharjo, Wartono et a.al, 1997, *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa*, Direktorat Geologi, Departemen Pertambangan Republik Indonesia
- Saputra, S.E.A., 2010, *Mikrozonasi dan Mikrozonasi Kerentanan Bencana Gempabumi di wilayah Ende Sebagai Data Dasar Perencanaan dan Pengembangan Wilayah*, Bandung: Jurnal Geologi Indonesia, **Vol. 5 No. 3 September 2010: 171-186**
- Sardjono, 2013, *Bunga Rampai Warisan Leluhur Candi di Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta*, Yogyakarta: YASATRI (Yayasan Saworo Tino Triatmo)

- SESAME, 2004, *Guidelines For The Implementation Of The H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations*, Europe : SESAME European research project
- Slob, Siefko, 2007, *Micro Seismic Hazard Analisis*. Netherlands: International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.
- Soesilo, H., 1995, *Studi Hidrologi dan Klimatologi Situs Ratu Boko*, Yogyakarta: Balai Studi dan Konservasi Borobudur
- Susilawati, 2008, *Penerapan Penjalaran Gelombang Seismik Gempa pada Penelaahan struktur dalam Bumi*, Karya ilmiah Jurusan Fisika, FMIPA, Medan: USU
- Van Bemmelen, R. W., 1949, *The Geology of Indonesia vol 1A, General Geology of Indonesia and Adjusment Archipelagos*, Government Printing Office, The Hague, The Haques, Ansterdam.

LAMPIRAN I
DATA HASIL PENGUKURAN

No	ID	latitude (°)	longitude (°)	Frekuensi (f ₀) Hz	Faktor Amplifikasi (A ₀)	nw	nc	ds o(f ₀)	KgX10 ⁻⁶ (s ² /cm)
1	18	-7,76867	110,48900	1,30840	6,43091	34	889,71433	1,28375	31,60847
2	19	-7,76875	110,48994	1,40407	4,81615	18	505,46644	1,47512	16,52001
3	20	-7,76877	110,49084	0,63594	1,87504	42	534,18564	1,71563	5,52848
4	21	-7,77014	110,49041	0,70498	1,57806	41	578,08011	0,23701	3,53242
5	22	-7,77147	110,48883	1,18027	1,66539	20	472,10697	0,36092	2,34991
6	23	-7,77215	110,48896	5,93253	6,47861	59	7000,38644	1,67450	7,07495
7	24	-7,77240	110,49011	1,06468	1,87934	49	1043,38658	0,32264	3,31734
8	1	-7,77147	110,48995	1,22152	1,80765	51	1245,95114	0,27449	2,67501
9	2	-7,77145	110,49046	5,93253	1,40066	43	5101,97656	0,20448	0,33069
10	3	-7,77195	110,48986	1,22155	4,23288	31	757,36145	0,84627	14,66763
11	4	-7,77191	110,49084	1,14041	2,07709	37	843,90143	0,37343	3,78311
12	5	-7,77191	110,49133	0,92798	2,54053	22	408,31016	0,56026	6,95521
13	6	-7,76916	110,48857	1,30840	7,48713	45	1177,56308	1,89446	42,84396
14	7	-7,76916	110,48904	1,10189	3,86330	12	264,45442	0,74026	13,54498
15	8	-7,76960	110,48862	1,18027	2,70552	76	1794,00649	0,65574	6,20186
16	9	-7,76958	110,48901	1,22152	3,39873	47	1148,22948	0,56321	9,45657
17	10	-7,76966	110,48951	1,22152	2,77783	31	757,34285	0,49288	6,31697
18	11	-7,77010	110,48857	0,72961	1,97874	15	218,88420	0,99715	5,36641
19	12	-7,77003	110,48898	1,18027	3,09438	16	377,68558	1,00461	8,11273
20	13	-7,77013	110,48956	1,26422	2,64202	20	505,68637	0,44953	5,52140
21	14	-7,77046	110,48862	1,26422	2,87060	20	505,68637	0,49987	6,51816
22	15	-7,77049	110,48908	1,26422	2,91875	34	859,66683	0,55396	6,73864
23	16	-7,77055	110,48953	1,30840	3,91366	15	392,52103	0,81774	11,70640
24	17	-7,76966	110,49081	0,68117	1,42610	58	790,15400	0,18367	2,98569

LAMPIRAN II

PERHITUNGAN HASIL PENGUKURAN

Contoh perhitungan indeks kerentanan seismik pada titik 22.

Longitude : 110,4888283°

Latitude : -7,77147°

1. Menentukan Kriteria Reliable

- Jumlah Siklus yang Signifikan (n_c)

$$I_w = 20 ; n_w = 20 ; f_0 = 1,180267429\text{Hz}$$

$$n_c = I_w \times n_w \times f_0 = 20 \times 20 \times 1,180267429 = 472,1069716$$

- Nilai Standart Deviasi (σ_A)

Rata-rata

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{100} \times (134,5906) = 1,345906$$

Standart deviasi

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{12,89613286}{100-1}} = \sqrt{0,1302639682} = 0,360921$$

2. Menghitung Nilai Indeks Kerentanan Seismik (K_g)

Perhitungan berdasarkan persamaan (2.36)

$$A_0 = 1,665391133$$

$$f_0 = 1,180267429\text{Hz}$$

$$K_g = \left(\frac{A_0^2}{f_0}\right) \times 10^{-6} = \frac{(1,665391133)^2}{1,180267429} \times 10^{-6} = 7,07495 \times 10^{-6} \text{s}^2/\text{cm}$$

LAMPIRAN III

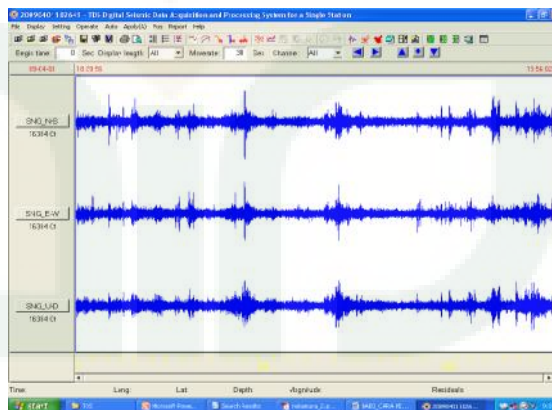
TAHAP PENGOLAHAN DATA

ANALISIS MIKROTREMOR

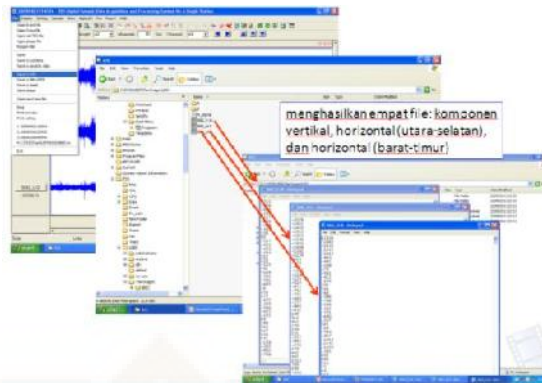
Langkah-langkah analisis mikrotremor menggunakan metode *Horizontal to Vertical Spectral Ratio (HVSr)* dengan bantuan *software Sessary-Geopsy*.

A. Mengolah Data Mentah Mikrotremor

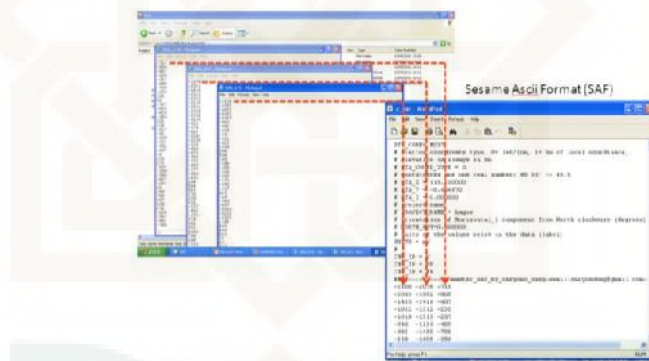
1. Data mentah mikrotremor yang diperoleh dari pengukuran di lapangan dibuka menggunakan *software DataPro* yang merupakan paket program dari *Seismograf TDS 303*.
2. Hasil pengukuran data tersebut tercatat dalam 3 jenis gelombang yaitu gelombang seismik vertikal, horizontal (Utara-Selatan), dan horizontal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



3. Data mentah mikrotremor (*raw signal*) tersebut dalam tampilan *Software DataPro* tidak dapat langsung diolah dan harus dirubah ke dalam format ASCII menggunakan perangkat lunak (*Software DataPro*).

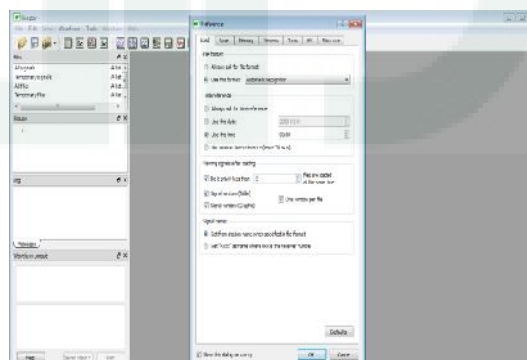


4. Kemudian data dalam format ASCII dirubah dalam format *Saf* (*SESAME* format ASCII) agar dapat diolah menggunakan *software Sessary-Geopsy*.

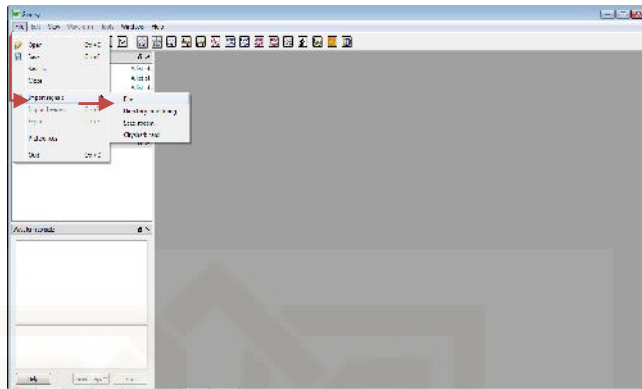


B. Menganalisis Data Mikrotremor Menggunakan Metode HVSR

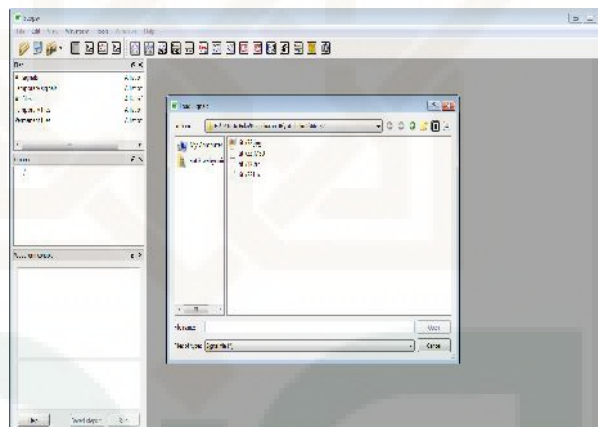
1. Buka aplikasi *software Sesaray-Geopsy*, maka akan muncul:



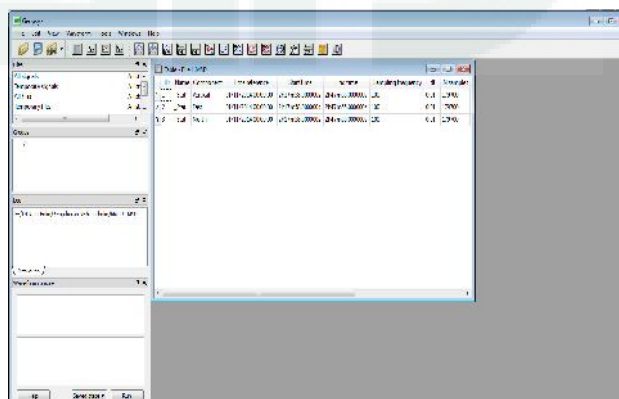
2. Klik *file* kemudian klik *import signal* → *file*:



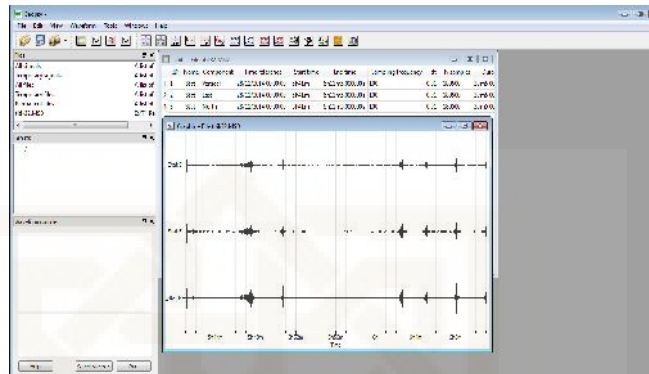
3. Kemudian dicari *file* penyimpanan data titik-titik pengukuran, dipilih dalam bentuk *saf* kemudian klik *Open*.



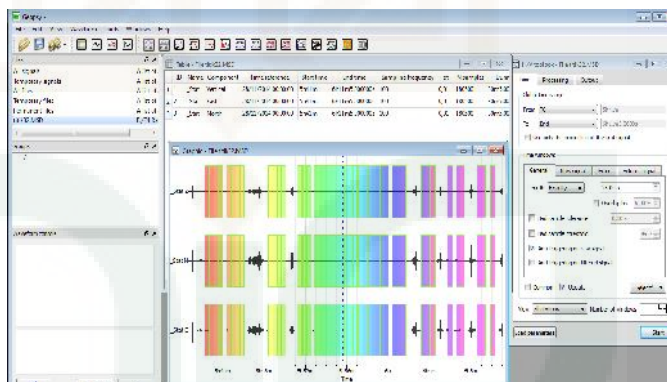
4. Kemudian *file* dengan format *dat* diklik kanan pilih *table*, maka akan muncul tabel seperti gambar di bawah ini:



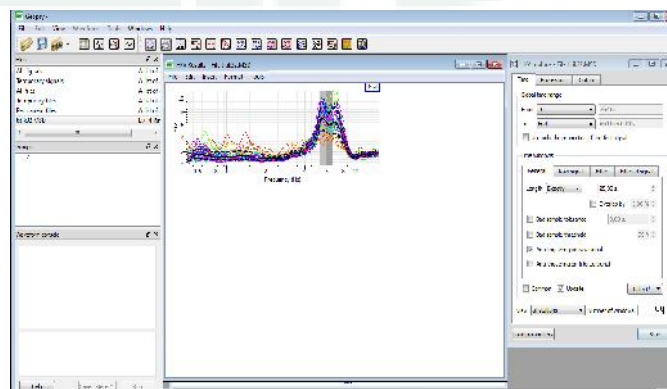
5. Kemudian *file* dengan format *dat* di klik kanan lagi, pilih grafik maka akan muncul kotak grafik seperti di bawah ini.



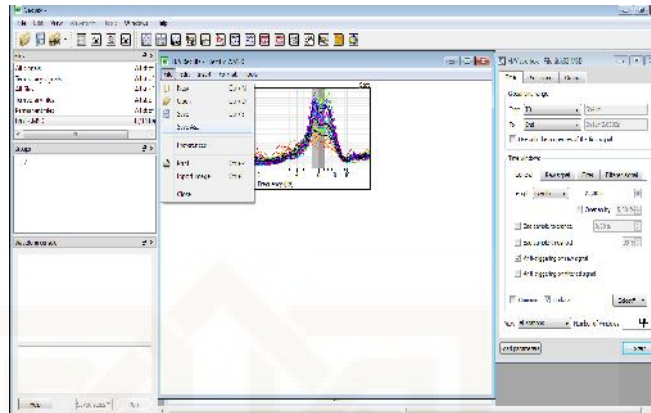
6. Klik kotak H/V pada *tool bar*, maka muncul *spectral ratio toolbox*.
Klik *add* pada kotak grafik dipilih *window* yang *noise* sedikit kemudian klik *start* maka akan muncul :



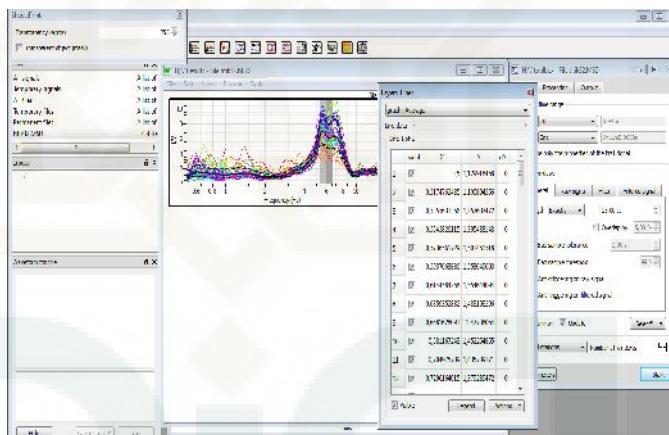
7. Maka akan muncul grafik seperti gambar di bawah ini :



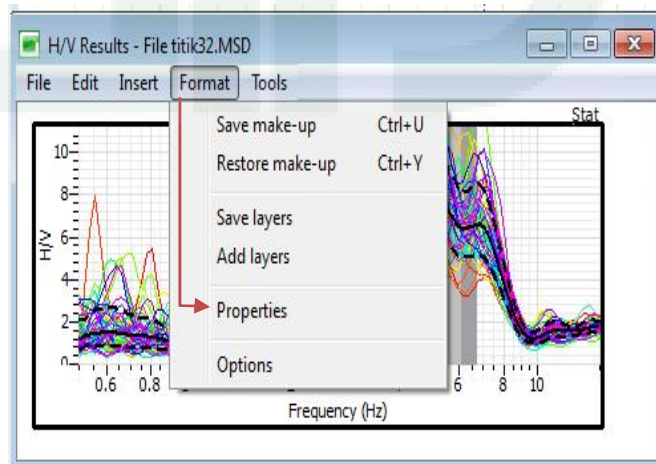
8. Untuk menyimpan gambar, klik *file* kemudian pilih *save as*.



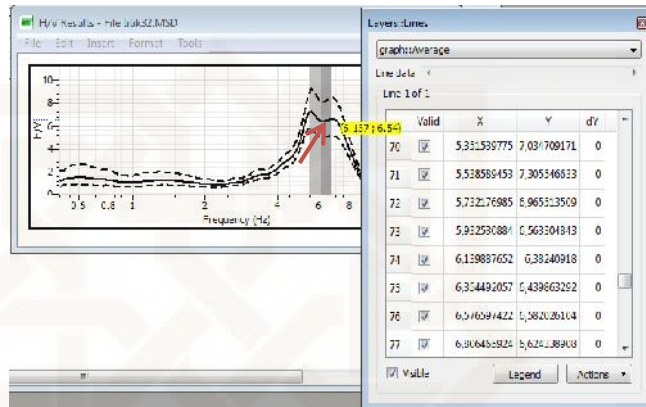
9. Untuk menyimpan data, klik kanan kemudian pilih *properties* lalu klik *actions* → *save*.



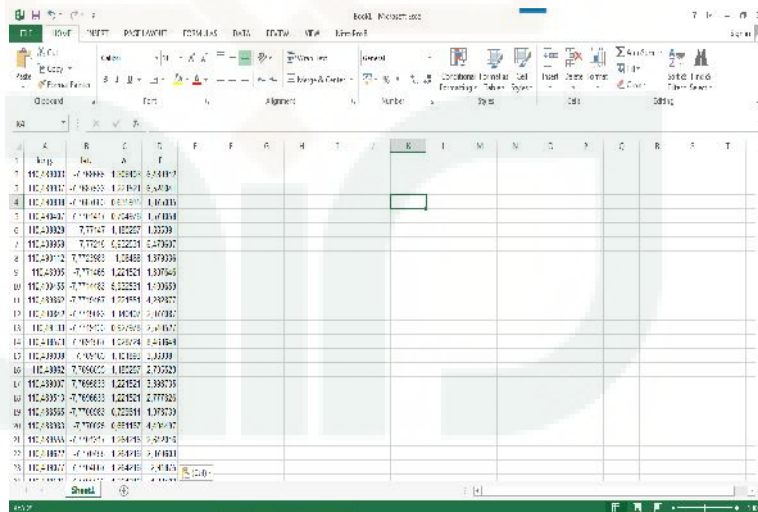
10. Pada grafik klik *format*, pilih *options*, kemudian klik *all window*



11. Letakkan *crusor* pada garis average (seperti panah merah) hingga muncul nilai (x,y), kemudian klik *format* pilih *properties* untuk mendapatkan nilai detail x,y. Sumbu x sebagai frekuensi dan sumbu y sebagai nilai faktor amplifikasi



12. Data hasil olahan *software Sessaray-geopsy* (nilai x dan y) pada masing-masing titik pengukuran disimpan menggunakan *Excel*.

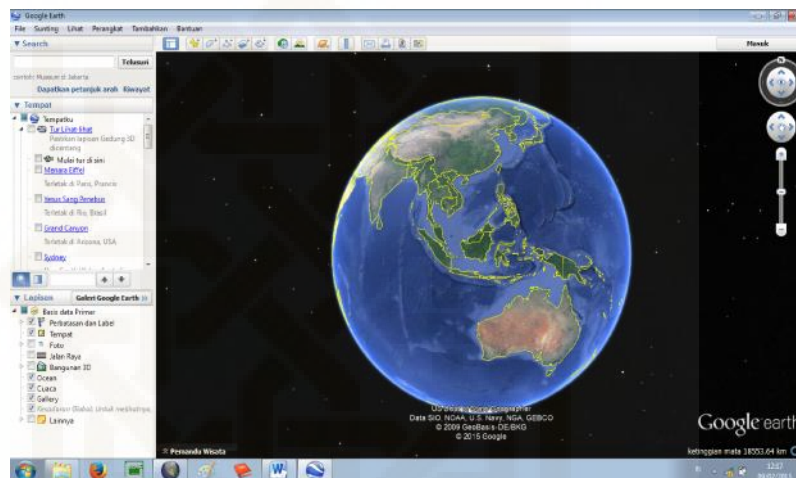


MIKROZONASI

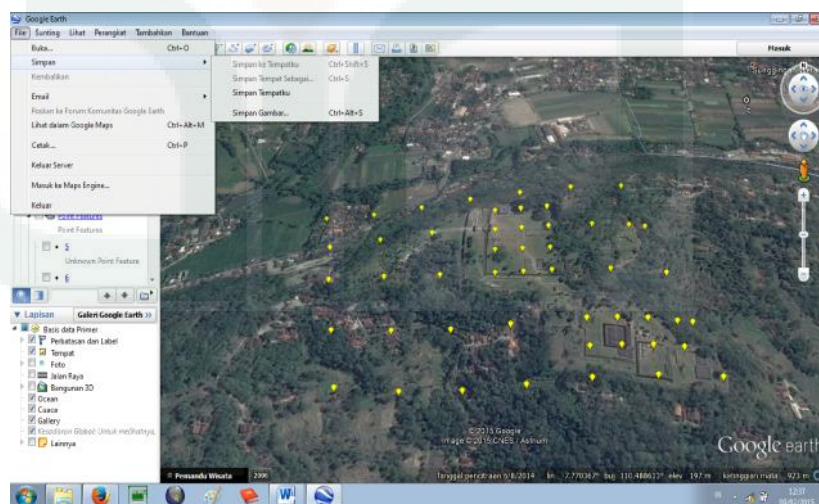
Langkah-langkah untuk membuat peta sebagai mikrozonasi menggunakan software Google Earth, Global Mapper 11 dan sebagai berikut:

A. Pembuatan Peta dari *Google Earth* dan *Global Mapper 11*

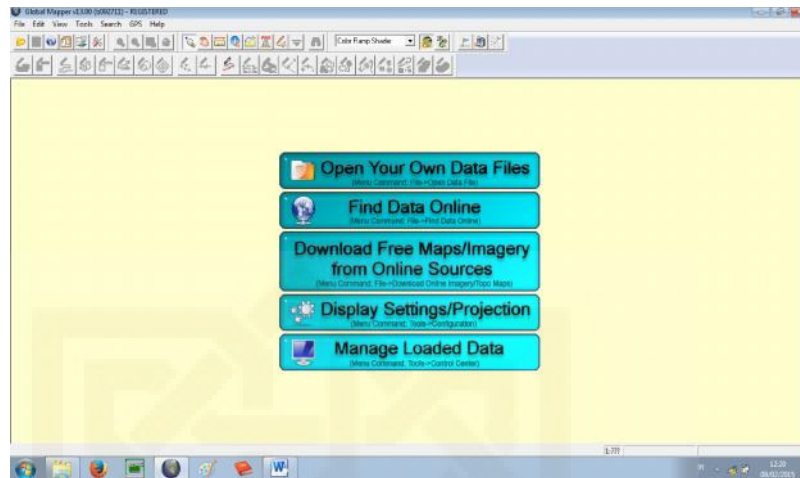
1. Buka aplikasi *Google Earth*, maka akan muncul:



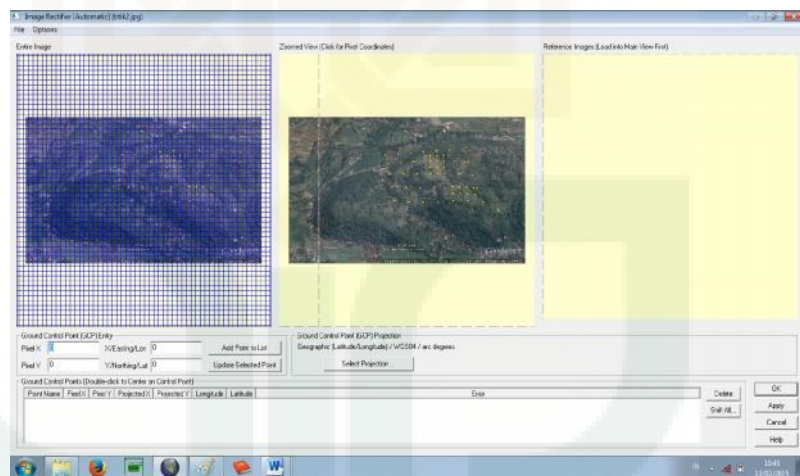
2. Buka titik-titik lokasi penelitian sesuai *longitude* dan *latitude*, kemudian klik file → simpan → simpan gambar



3. Buka aplikasi *software Gobal Mapper 11*, maka akan muncul:



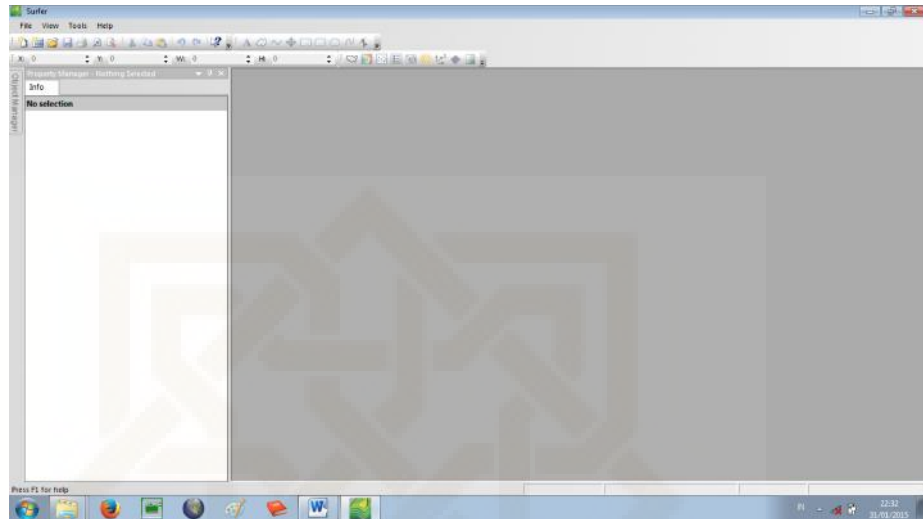
4. Klik *Open Your Data Files*, lalu buka gambar peta yang sudah disimpan dari google earth, kemudian ubah *longitude* dan *latitude* klik *add point to list* →OK.



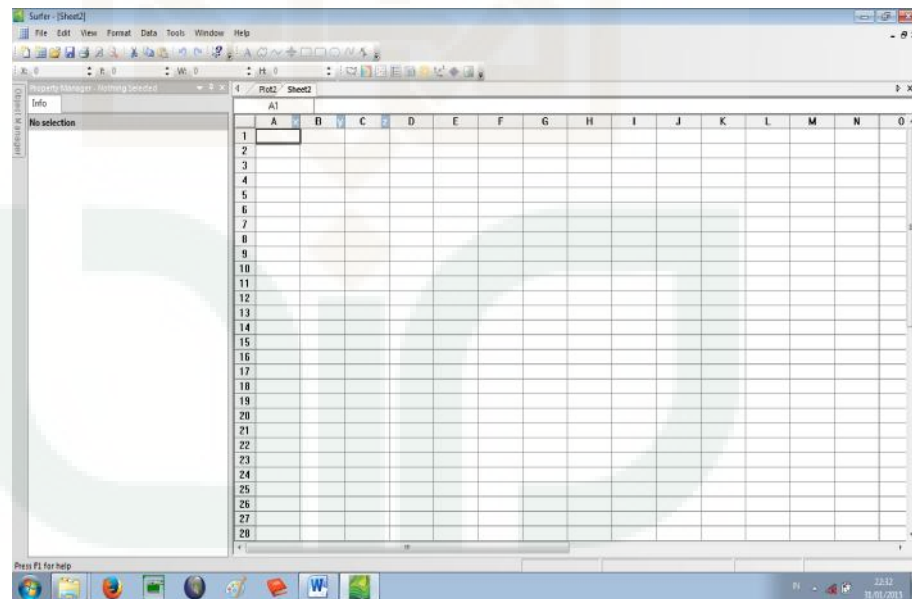
5. Klik file → *Export Raster/ Image Format* → (ganti format GEOTIFF) →OK →pilih *Export Bounds* → *Draw a Box* → (potong peta) →OK → save dalam format GeoTIFF Files(*.tif;*.tiff) → *Save*.

B. Pembuatan Peta Mikrozonasi Menggunakan *Software Surfer 10*.

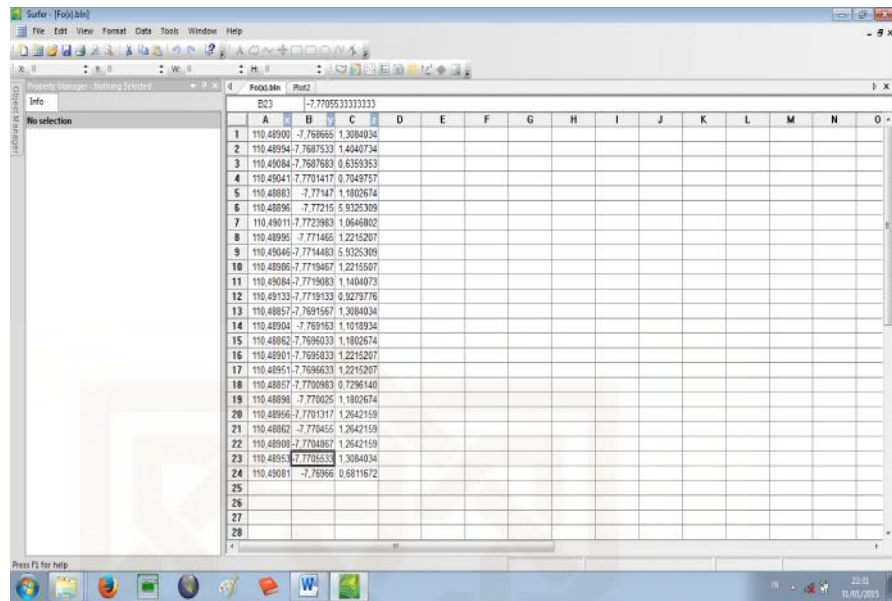
1. Buka aplikasi *Software Surfer 10*, maka akan muncul :



2. Klik *File* → *New* → *Worksheet*

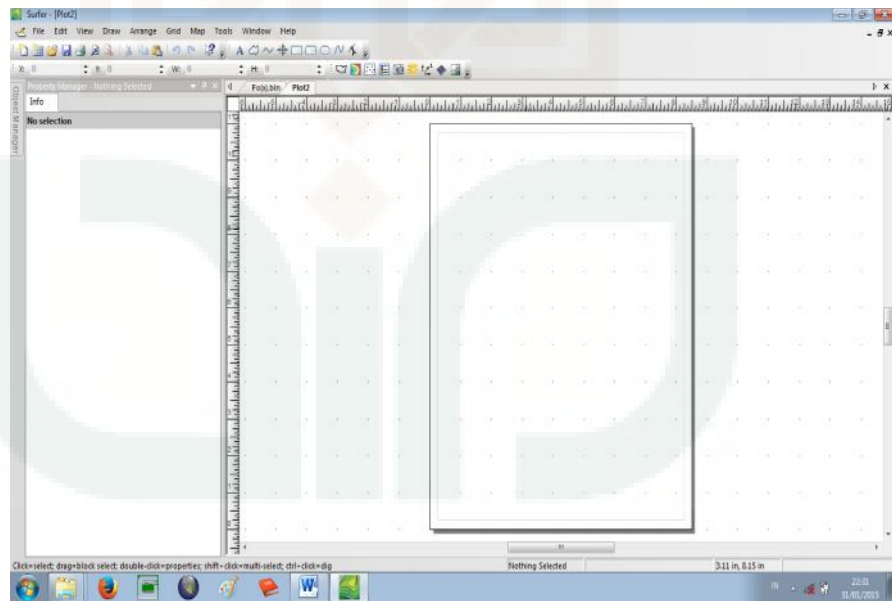


3. Pada kolom x diisi data longitudinal, kolom y diisi data latitudinal dan kolom z diisi dengan data yang akan dibuat peta pemodelan. Misalnya data frekuensi.



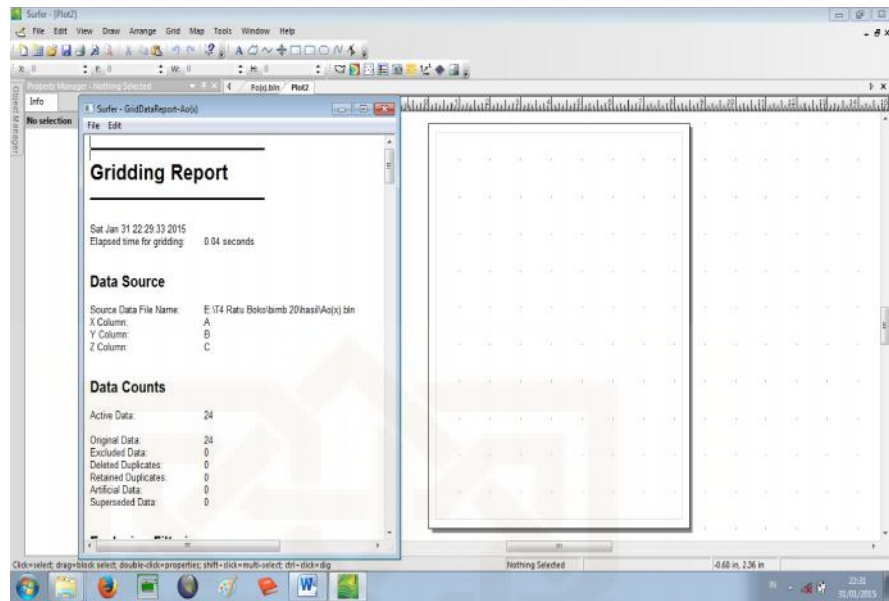
4. *Save* dalam format BLN.

5. Klik *File* → *New* → *Plot*

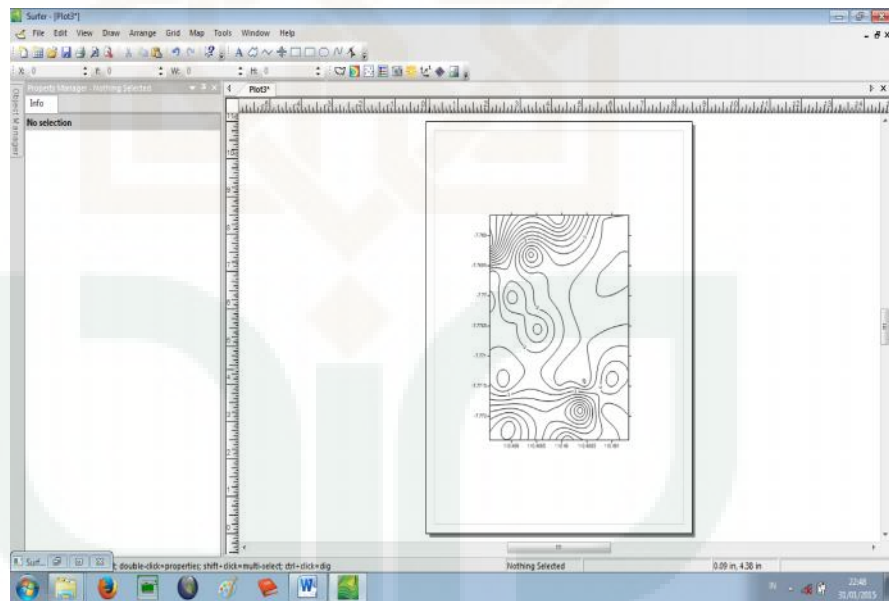


6. *Grid* → *Data* → pilih data BLN → *Open* → *Ok*. Maka menghasilkan *file* tipe GRD

7. *Save Grid Data Report*.

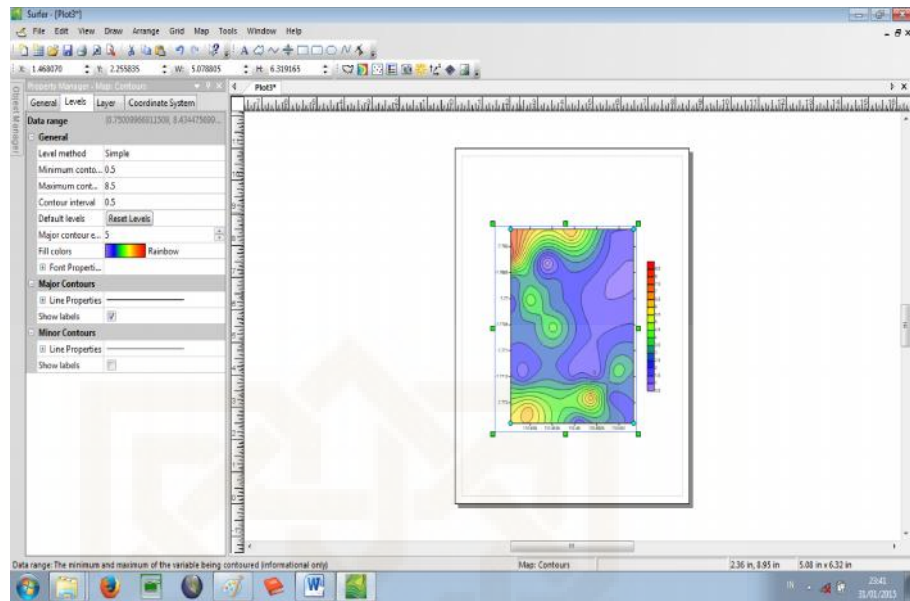


8. *Map* → *New* → *Contour Map* → pilih data GRD → *Open*.

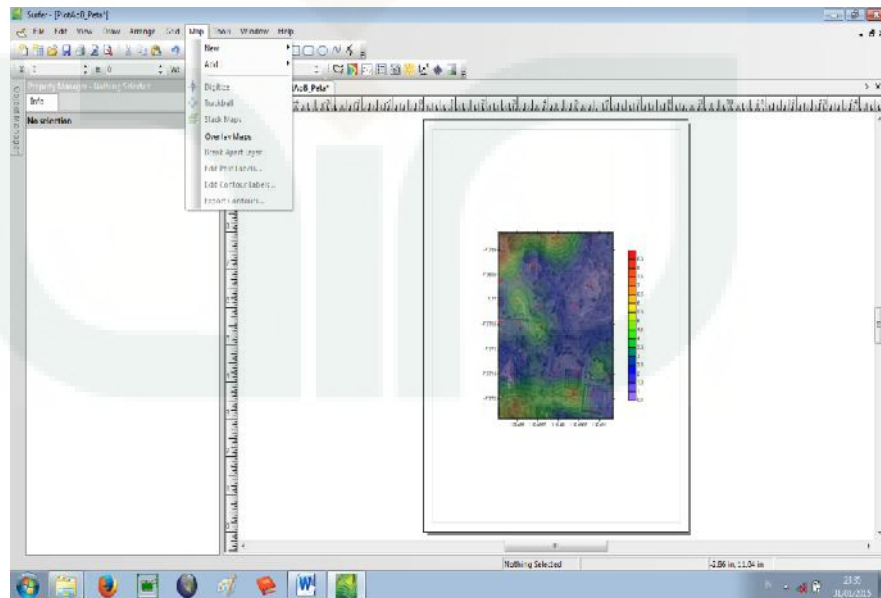


9. Menambah warna *image*, klik *image* → *General* → klik/ centang *color scale* dan *fill contours*.

Pilih *Levels* → *Fill colors* → pilih warna tema yang dikehendaki.



10. Menambahkan peta, klik *Map* → *New* → *Base Map* → pilih peta yang akan ditambahkan kemudian mengkompail peta dari Google Earth dengan cara *select all* gambar → *Map* → *Overlay Maps*.



LAMPIRAN IV

TECHNICAL INDICATOR DIGITAL PORTABLE SEISMOGRAPH

TIPE TDL-303S

Digital Portable Seismograph Main Technical Indicators:	
Supply voltage	DC 12V (normally work under 6~18V)
Power consumption	Maximum (charging under full power): 12V×13A; No charging:< 1.4W(GPS off, system run on normally)
Operating temperature	-20~65°C
Dimensions of the device	280×230×160mm
Weight	4.5 kg
Packing and transportation	Accord with GB/T 6587 Rules to 3-level exact instrument

Built-in Data Acquisition System Technical Indicators:	
Data acquisition channel	3 channels (6 channels, optional)
Sensor interface	Compatible with DB/T13-2000 rules
Signal input mode	Double-ended differential signal input
A/D conversion	24 bit
Input impedance	Single-ended 160K , double-ended 320K
Input signal scale value	7-level program-contrlled optional gains of 1, 2, 4, 8, 16, 32 and 64, (corresponding to ±0.3125V, ±0.625V, ±1.25V, ±2.5V, ±5V, ±10V, ±20V differential signal input)
Dynamic Range	135dB @50sps/chn, 133dB @100sps/chn, 131dB @200sps/chn
System noise	< 1LSB (effective value)
Nonlinear distortion	< -110dB @50sps/chn
Interchannel crosstalk	< -110dB
Digital filtering	FIR digital filter, optional linear phase shift and minimum phase shift
Passband ripple	< 0.1dB
Ouside passband attenuation	>135 dB
Output sampling rate	1、 5、 10、 20、 25、 40、 50、 100、 125、 200、 250、 333、 500Hz
Band range	0~0.4、 2、 4、 8、 10、 16、 20、 40、 50、 80、 100、 133、 200Hz
De-zeroing filter	One-step digital high-pass filter
Calibration signal generator	16-bit DAC, program-controlled wave form output, calibration output current and voltage output are optional. When calibration current, the full range is ±5mA. When outputting voltage calibration, the full range is ±5V
Number of calibration signal	3-channel, Calibration enabled output control. When

channels	calibration is disabled, calibration output and external circuit are entirely physically isolated
Calibration signal type	Step, sine wave, pseudo random coding signal, simulated seismic signal
Calibration output	Signal frequency, amplitude, cycles are set and controlled by utility
Calibration Enable Mode	Instruction and timing modes
Frequency stability	Temperature compensation voltage controlled crystal oscillator (TCVCXO), real time frequency accuracy monitoring
Time check mode	Built-in GPS receiver, GPS second pulse adjustment of crystal oscillator frequency TCVCXO through phase locked loop (PLL) voltage control
Time service/on time precision	Superior to 1ms
GPS Operating Mode	Continuous or time switch time correcting
Environment and Status Monitoring	6-way standalone A/D monitoring channels for a collector, automatically monitoring the status of the environment and the seismometer, monitoring the zero drift of the seismometer (MASS POSITION), service voltage of the stations and the observatories, voltage of accumulator, monitoring temperature parameters of the stations and the observatories
Recording function	Support internal continuous/triggering record wave form, volume extendable, support over 10-day consecutive data storage (3 tracks/s 100 points sampling)
Record format	Corrected SEED-Steim2 compression mode
Recording medium	Pluggable CF card electronic disc, 512MB for standard configuration, optional HDD (under the optional HDD condition, the range of system operating temperature and system power consumption indicators may drop)
Communication interface	Standard RS-232C series port, standard RJ45/LAN Ethernet interface
Monitoring setting	Display collected parameters through keys on panel and LED nixie tubes
Communication protocols	Support TCP/IP protocol, support real-time, multicast data transmission over Internet/VPN network, support remote management, and support data retransmission at breaking point, etc. Support DDN, wireless/GPRS/CDMA data transmission. Support data networking and sharing among multiple data transmission (including serial port/network etc.) on the same platforms, support data call and switching among multiple seismograph network and centers.
Information transferred	Real-time waveform, monitoring data, parameter/message, local recording data
Management Software	Functions, such as parameter setting, selfchecking

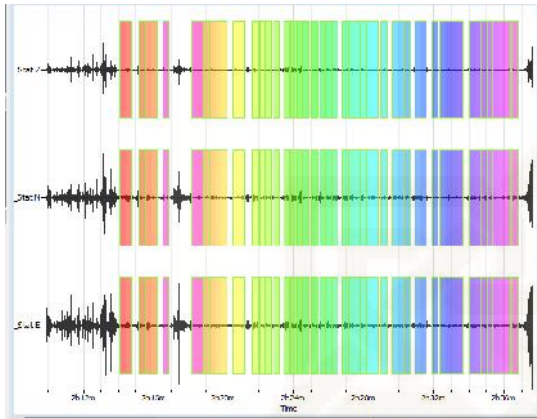
	function, real-time graphic display and save, may run on a notebook PC with online help.
Lightning protection	Set at all end of the power, RS232 signal, network signal, and seismometer signal.
Self Enable Function	Self check, reset when the machine is down (including reset for no output signals), self rebooting functions.

Built-in Three-direction Accelerometer Technical Indicators:

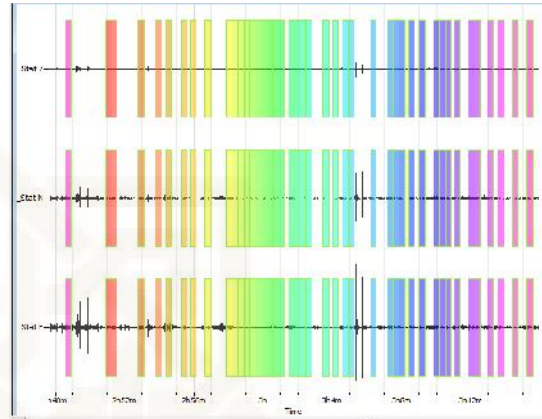
Measuring Range	±2g
Sensitivity	2V/g
Frequency Response	0~200Hz (3dB flatten)
Dynamic Range	> 90dB
Calibration Mode	Pulse calibration
Full Scale Range	±4V
Linearity	1%
Transverse Sensitivity Ratio	1%
Output Noise	40μg (effective value)
Operating temperature	-20°C~70°C
Static Current	25mA (12V DC)
Power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

LAMPIRAN V

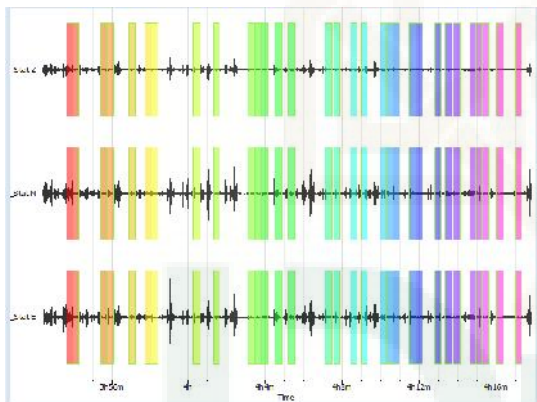
WINDOWING



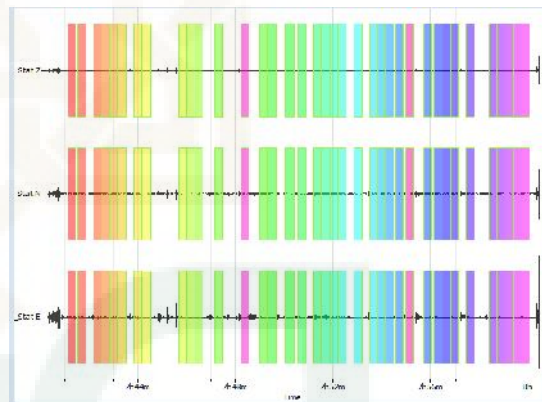
Titik 1



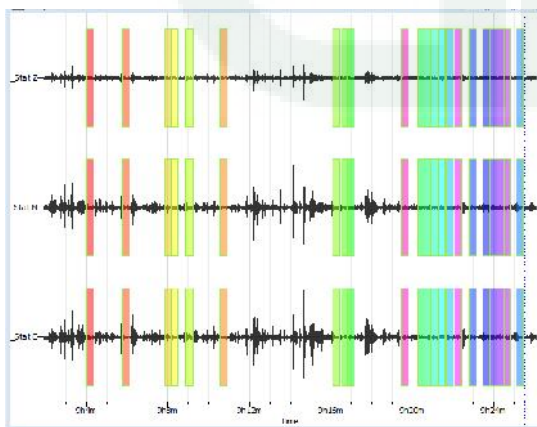
Titik 2



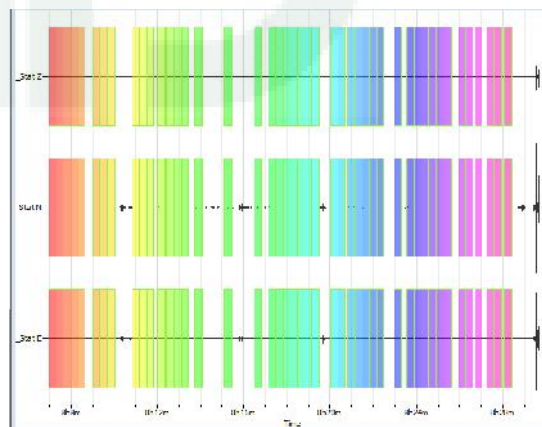
Titik 3



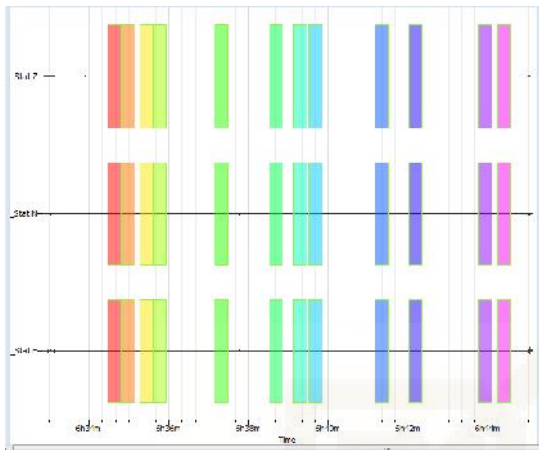
Titik 4



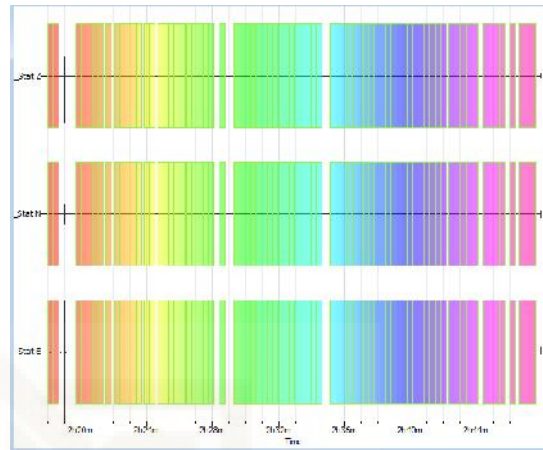
Titik 5



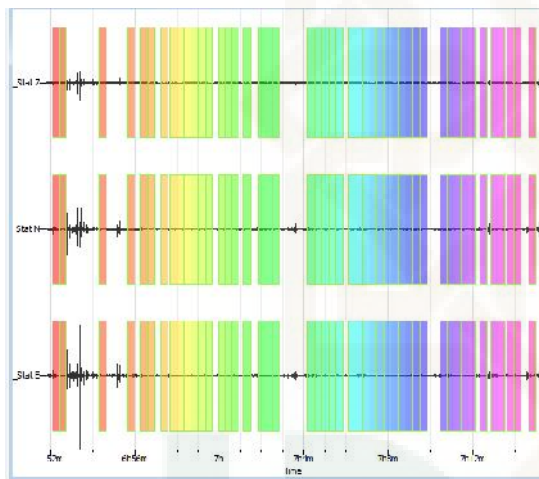
Titik 6



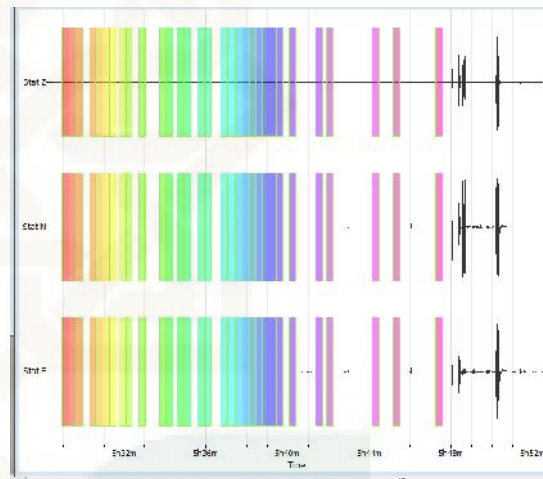
Titik 7



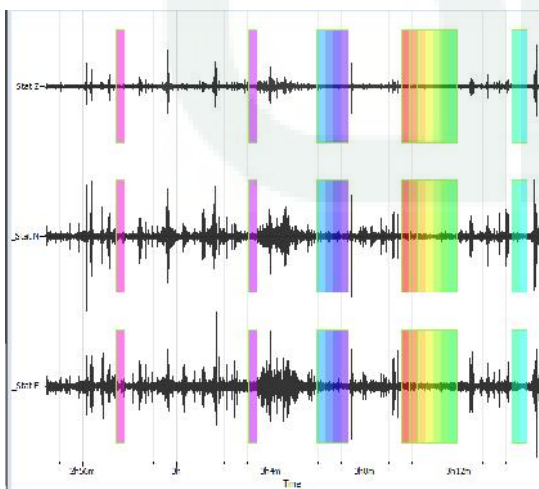
Titik 8



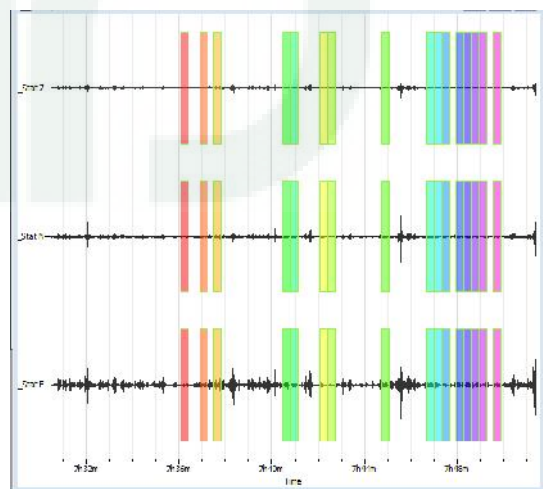
Titik 9



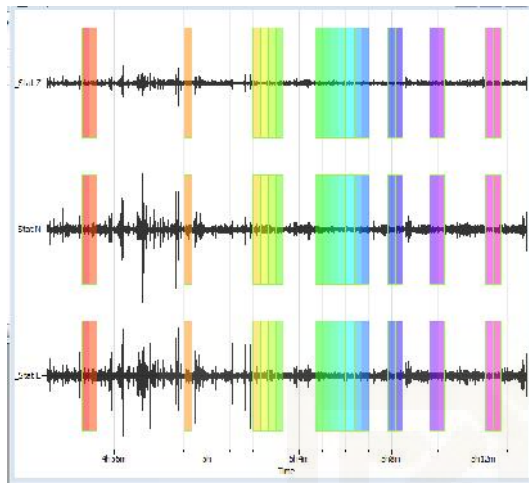
Titik 10



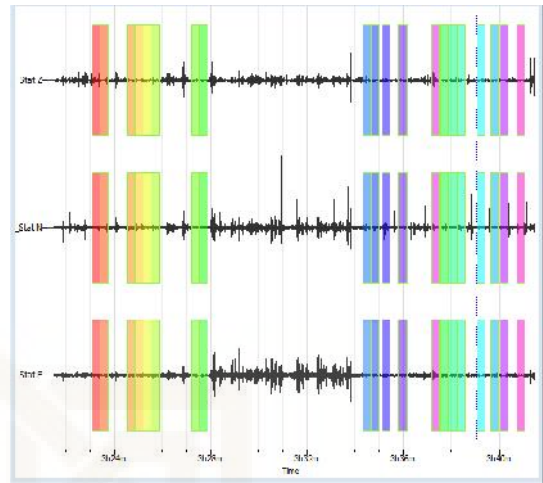
Titik 11



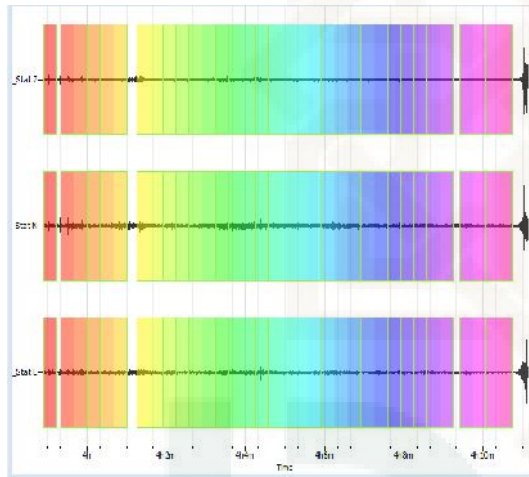
Titik 12



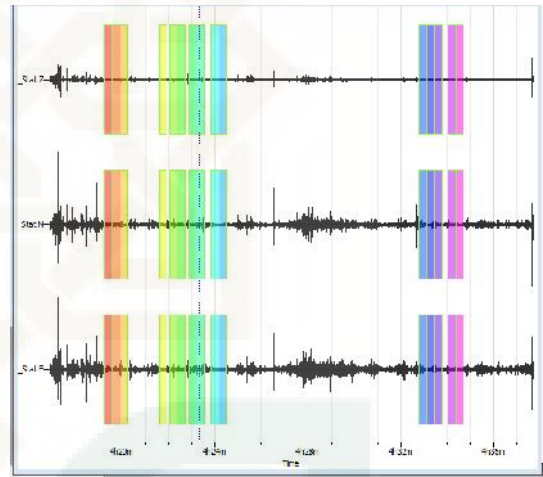
Titik 13



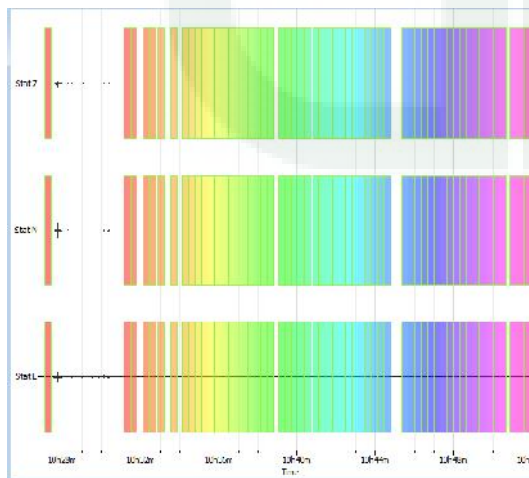
Titik 14



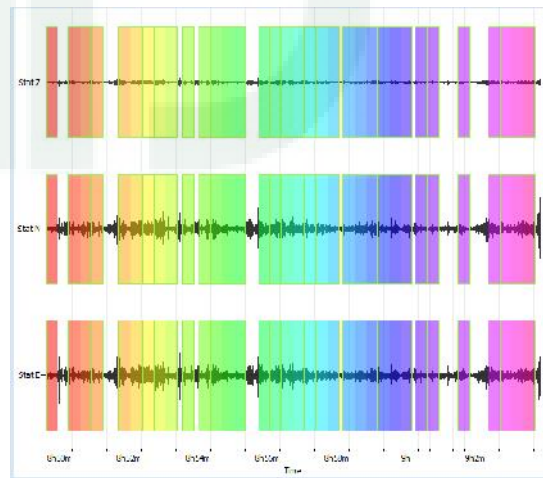
Titik 15



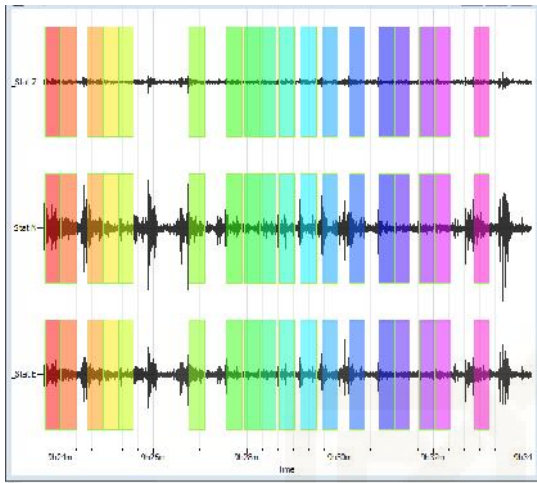
Titik 16



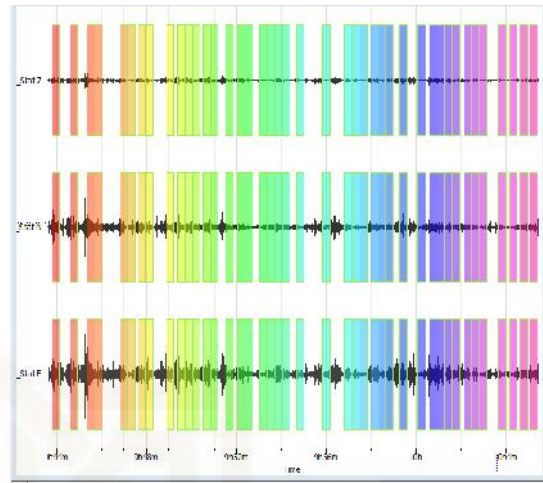
Titik 17



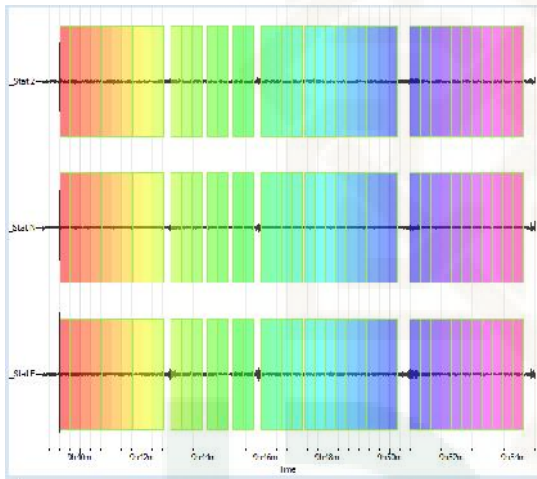
Titik 18



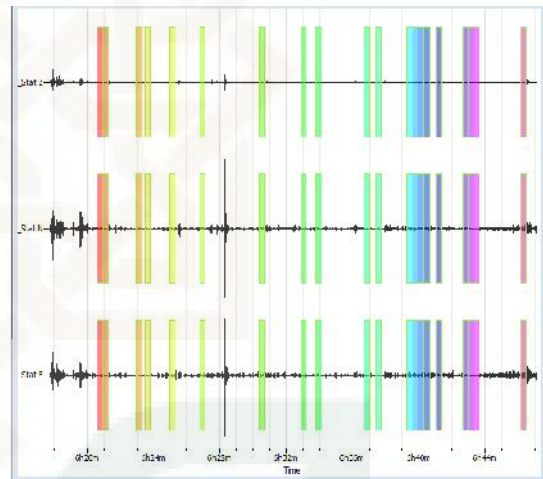
Titik 19



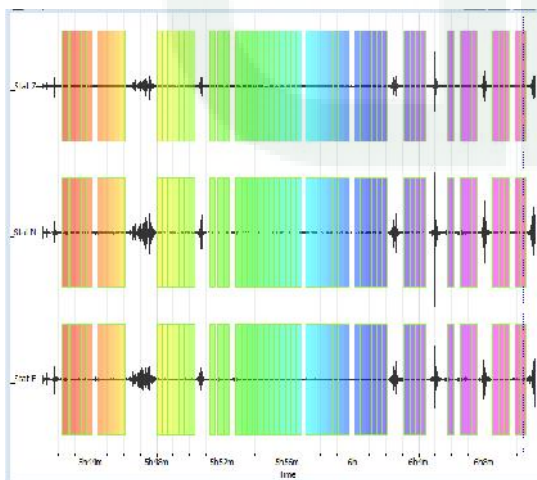
Titik 20



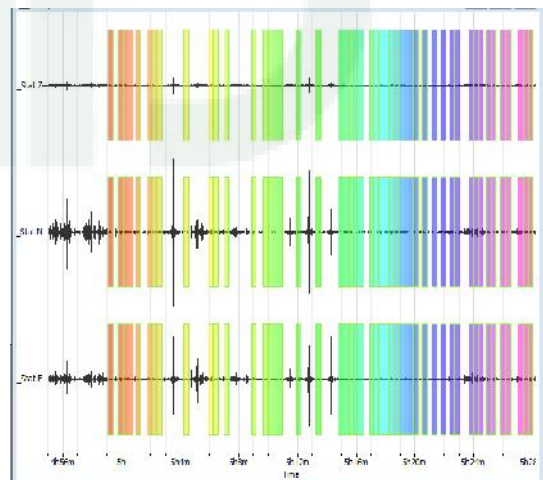
Titik 21



Titik 22



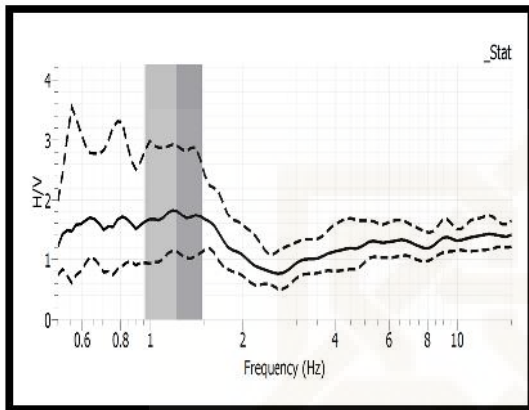
Titik 23



Titik 24

LAMPIRAN VI

ANALISA SESAME EUROPEAN RESEARCH PROJECT

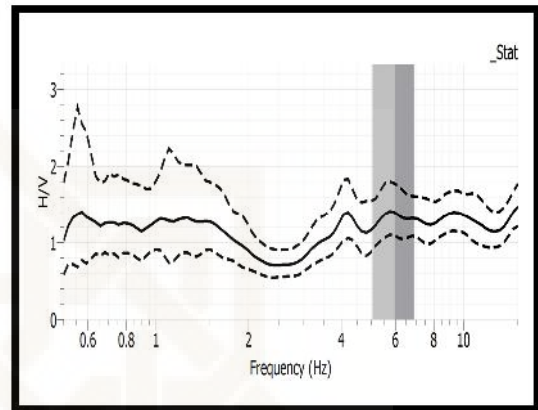


Titik 1

$$f_0 > 10/lw (1,221520722 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (1245,95114 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,274488662 < 3)$$

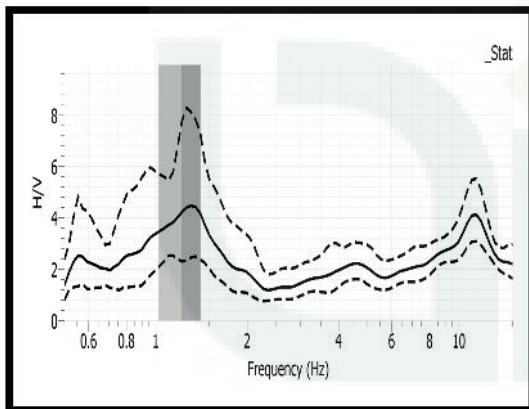


Titik 2

$$f_0 > 10/lw (5,932530884 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (5101,97656 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,204482094 < 3)$$

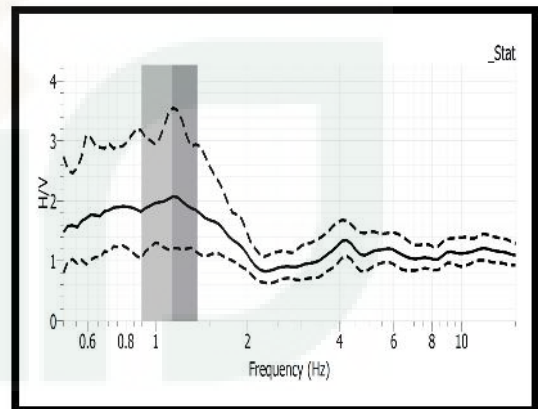


Titik 3

$$f_0 > 10/lw (1,221550722 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (757,36145 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,846270918 < 3)$$

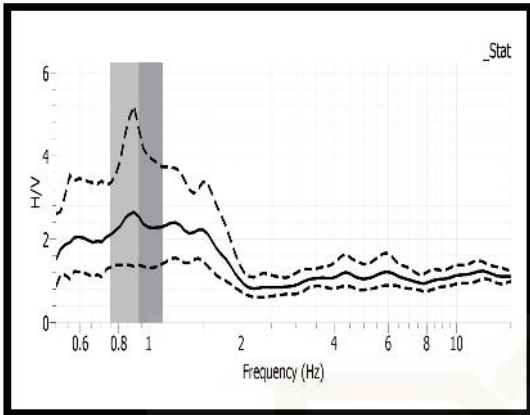


Titik 4

$$f_0 > 10/lw (1,140407344 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (912,3258752 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,373428576 < 3)$$

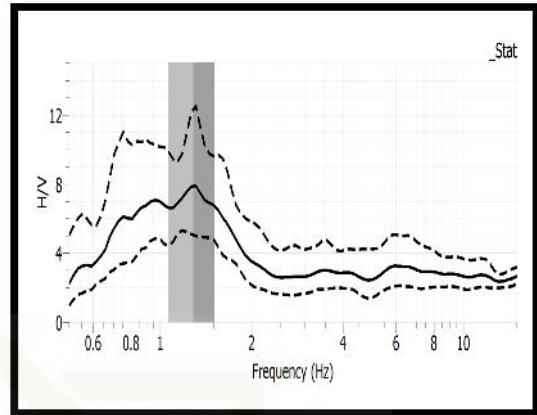


Titik 5

$$f_0 > 10/lw (0,927977626 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (408,31016 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (0,560263154 < 3)$$

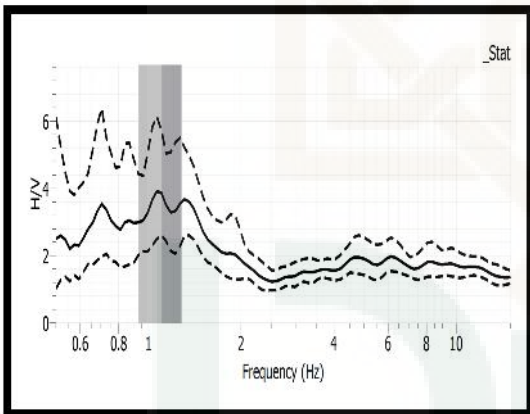


Titik 6

$$f_0 > 10/lw (1,308403425 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (1177,56308 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (1,894464963 < 3)$$

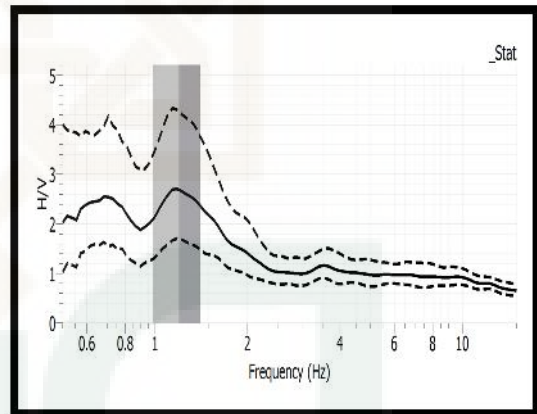


Titik 7

$$f_0 > 10/lw (1,101893418 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (264,4544203 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (0,740264456 < 3)$$

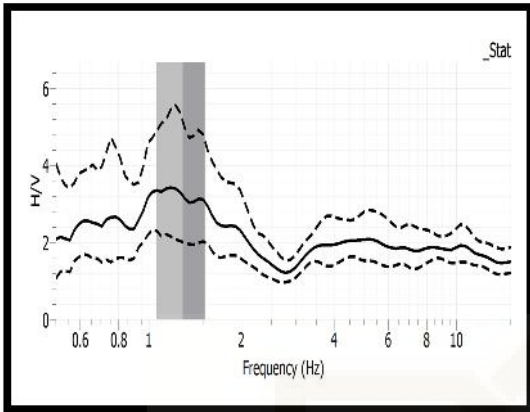


Titik 8

$$f_0 > 10/lw (1,180267429 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (1794,006492 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (0,65574181 < 3)$$

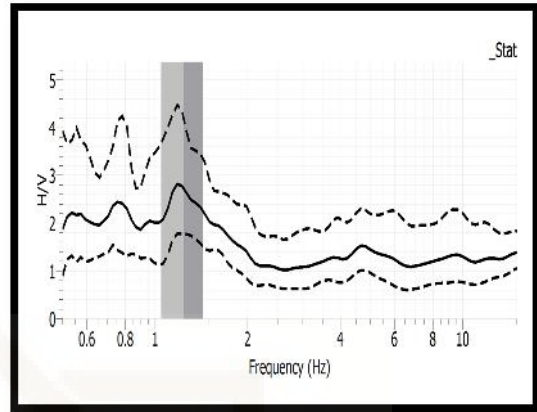


Titik 9

$$f_0 > 10/lw (1,221520722 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (1148,229479 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,563212269 < 3)$$

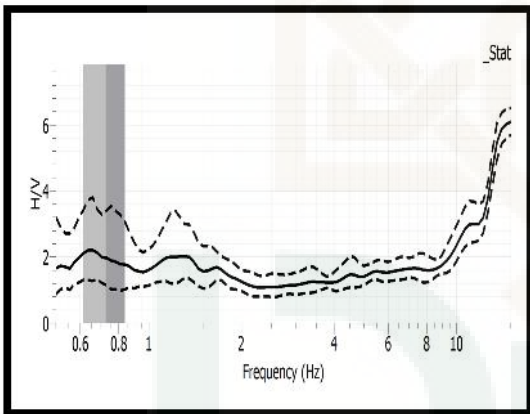


Titik 10

$$f_0 > 10/lw (1,221520722 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (757,3428476 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,492882076 < 3)$$

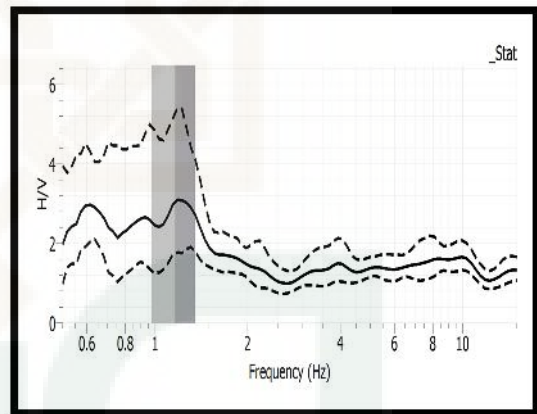


Titik 11

$$f_0 > 10/lw (0,729614015 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (218,88420 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,997154611 < 3)$$

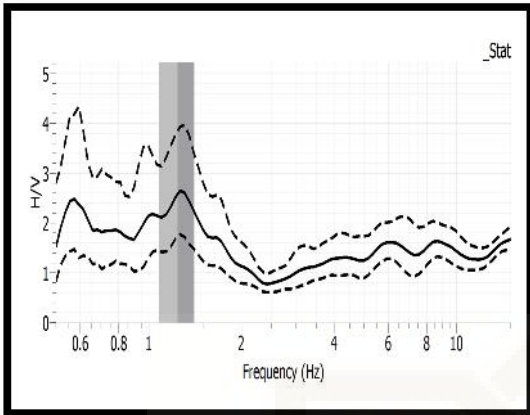


Titik 12

$$f_0 > 10/lw (1,180267429 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (377,68558 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (1,004607206 < 3)$$

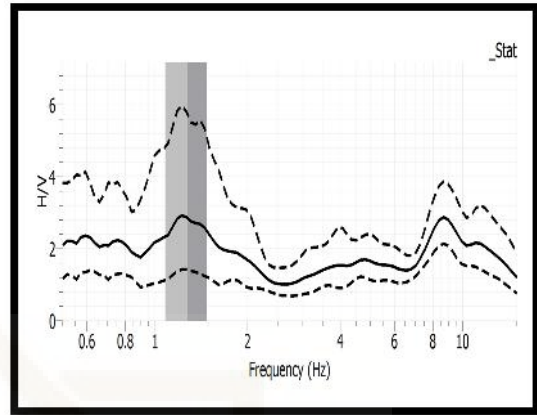


Titik 13

$$f_0 > 10/lw (1,264215922 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (505,68637 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (0,449534159 < 3)$$

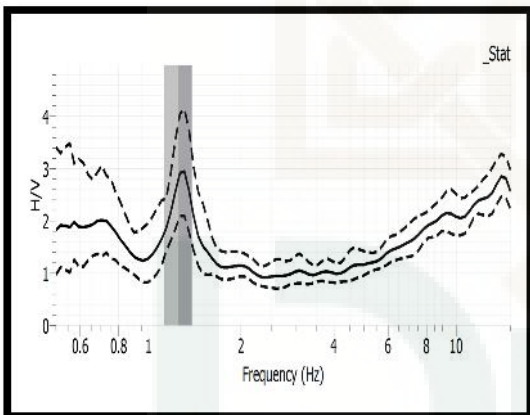


Titik 14

$$f_0 > 10/lw (1,264215922 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (505,68637 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (0,499872874 < 3)$$

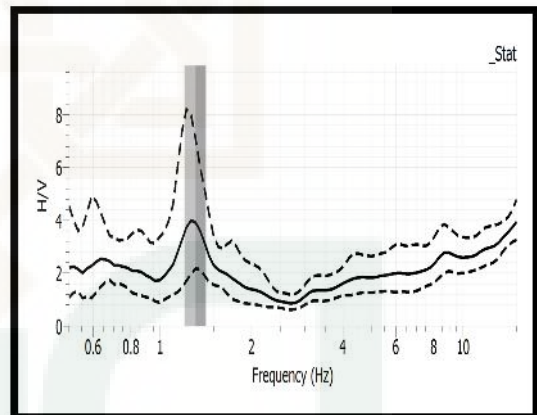


Titik 15

$$f_0 > 10/lw (1,264215922 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (859,666827 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (0,553958981 < 3)$$

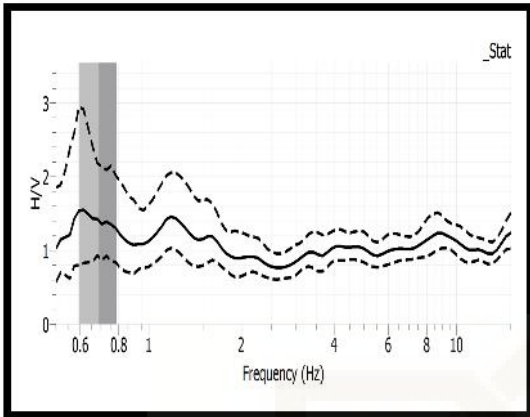


Titik 16

$$f_0 > 10/lw (1,308403425 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (1188,362967 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (0,817741919 < 3)$$

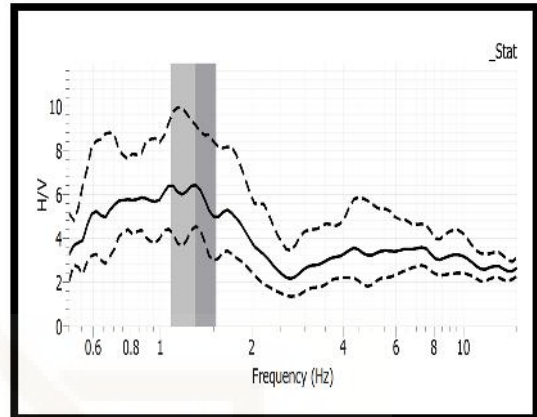


Titik 17

$$f_0 > 10/lw (0,681167243 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (790,1540019 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (0,183668248 < 3)$$

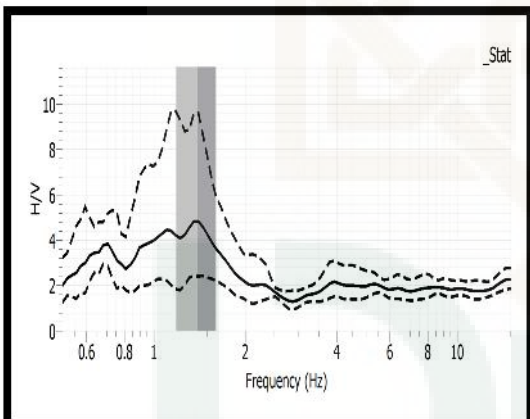


Titik 18

$$f_0 > 10/lw (1,308403425 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (889,714329 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (1,283751246 < 3)$$

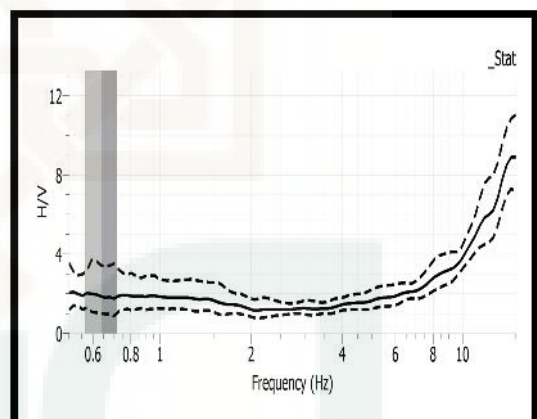


Titik 19

$$f_0 > 10/lw (1,40407344 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (505,46644 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (1,47512368 < 3)$$

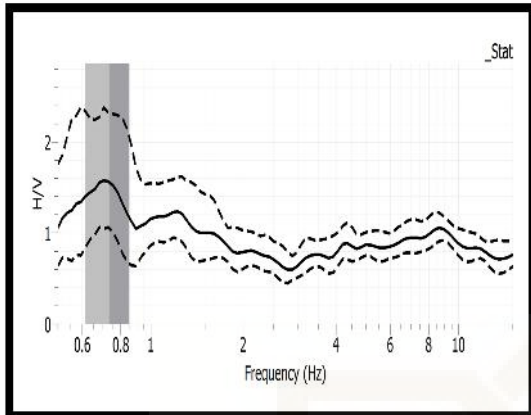


Titik 20

$$f_0 > 10/lw (0,635935283 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (534,1856379 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log 10(2) (1,715630223 < 3)$$

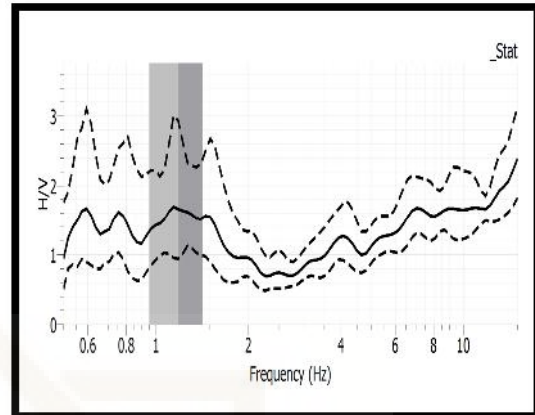


titik 21

$$f_0 > 10/lw (0,704975739 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (578,08011 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,237010224 < 3)$$

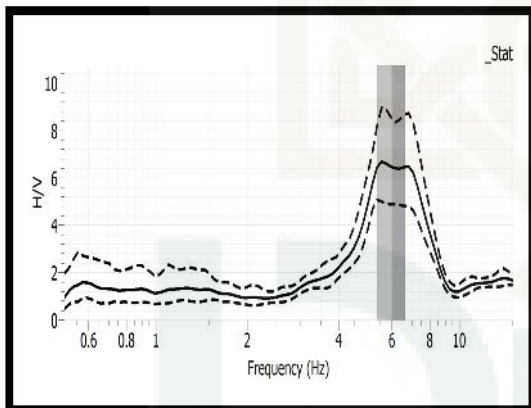


Titik 22

$$f_0 > 10/lw (1,180267429 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (472,1069716 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,360921251 < 3)$$

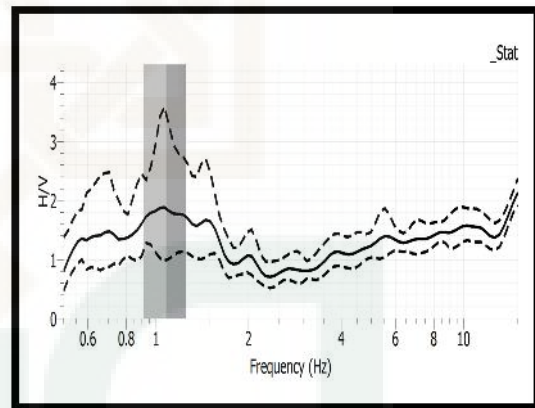


titik 23

$$f_0 > 10/lw (5,932530884 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 20 (7000,38644 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (1,674495974 < 3)$$



Titik 24

$$f_0 > 10/lw (1,064680187 > 0,5)$$

$$nc(f_0) > 200 (1043,386583 > 200)$$

$$\sigma(f_0) < \log_{10}(2) (0,322637557 < 3)$$

LAMPIRAN VII
DOKUMEN PENELITIAN

