

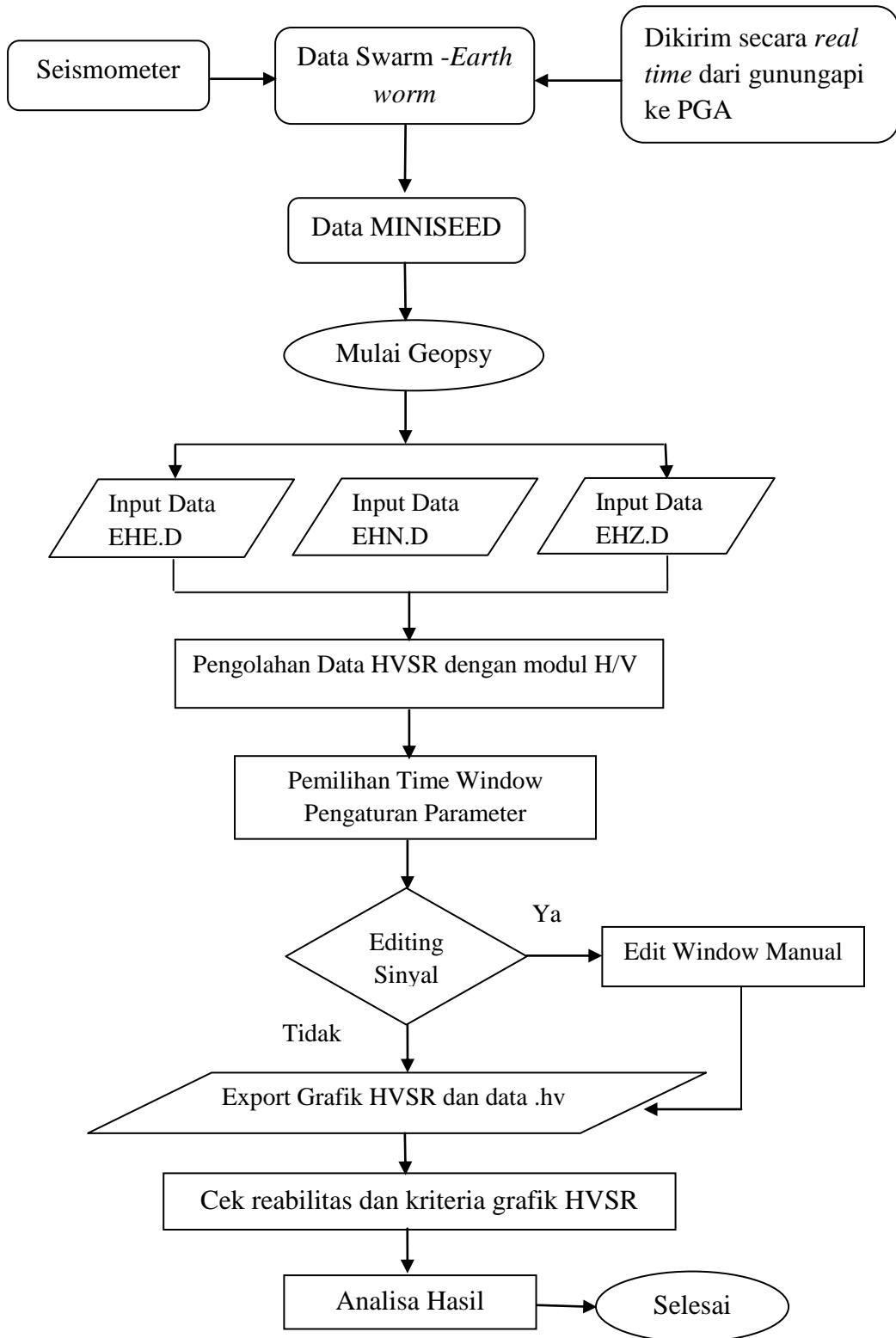
IV. METODE PENELITIAN

A. Metode dan Desain Penelitian

Metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) merupakan metode yang efektif, murah dan ramah lingkungan yang dapat digunakan pada wilayah permukiman. Metode HVSR biasanya digunakan pada seismik pasif (mikrotremor) tiga komponen. Nakamura menyebutkan bahwa metode HVSR untuk analisis mikrotremor bisa digunakan untuk memperoleh frekuensi natural sedimen (Mufida dkk, 2013).

Teknik HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) pada analisis data mikrotremor telah digunakan secara luas untuk studi efek lokal dan mikrozonasi. Saat ini, teknik HVSR juga dapat digunakan untuk mengamati tingkat aktivitas gunungapi. Pada penelitian ini, metode HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) diterapkan untuk memantau aktivitas vulkanik yang berhubungan dengan gejala atau tanda-tanda akan terjadinya erupsi. Sebelum terjadinya erupsi, adanya pola HVSR bisa menjadi indikator perubahan dinamika gunungapi sehingga kita dapat mengurangi resiko bahaya erupsi. Namun, tidak semua perubahan frekuensi HVSR berkaitan dengan perubahan aktivitas vulkanik (Syahbana, 2013).

Secara umum, proses pemanfaatan teknik HVSR untuk pengamatan tingkat aktivitas gunungapi ditunjukkan pada diagram alir di bawah ini.



Gambar 11. Diagram alir penelitian

Dalam melakukan pemantauan aktivitas vulkanik Gunungapi Lokon maka digunakan alat seismograf untuk merekam kegempaan. Adapun alat yang digunakan yaitu satu set alat pengukuran mikrotremor (**Gambar 12**).



Gambar 12. Satu set peralatan mikrotremor (PVMBG)

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Seismometer tipe *Mark L-22 3D*
- Baterai
- GPS (*Global Positioning System*)
- Data logger *Datamark LS7000*

Untuk mengolah data diperlukan *software* sebagai berikut :

- Geopsy
- Phyton
- Microsoft Excel

C. Prosedur Pengolahan Data Seismik dengan Menggunakan Geopsy

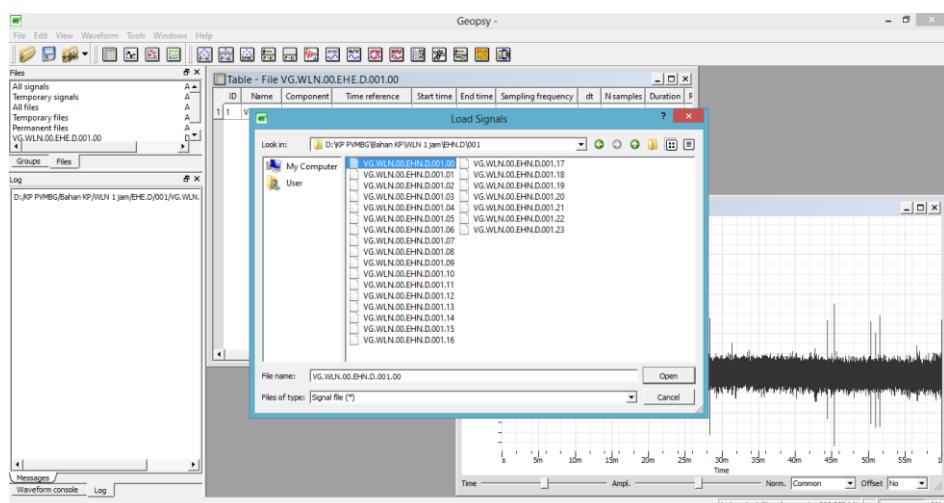
Pada pengolahan ini, data yang digunakan adalah data *passive seismic* yang tersusun atas 3 komponen, yaitu komponen vertikal (*up and down*), horizontal (*North-South* dan *East-West*) dengan menggunakan *Software Geopsy*.

Tahapan Pengolahan Data

Dari hasil pengolahan data menggunakan *software Geopsy* maka akan diperoleh grafik HVSR, sehingga akan didapatkan nilai frekuensi dan amplitudo dari masing-masing puncak HVSR.

C.1. Memilih Data (Data EHE, EHN dan EHZ)

1. Buka *Software Geopsy*.
2. Pilih *file>import signal* sebagai inputan data satu persatu untuk diolah. Data yang di *input* terdiri dari 3 komponen yaitu EHE.D, EHN.D dan EH.Z.D dengan catatan data yang di *input* harus sama tahun, bulan dan tanggal serta jamnya.
3. Klik *open*, dengan tampilan seperti **Gambar 13**.

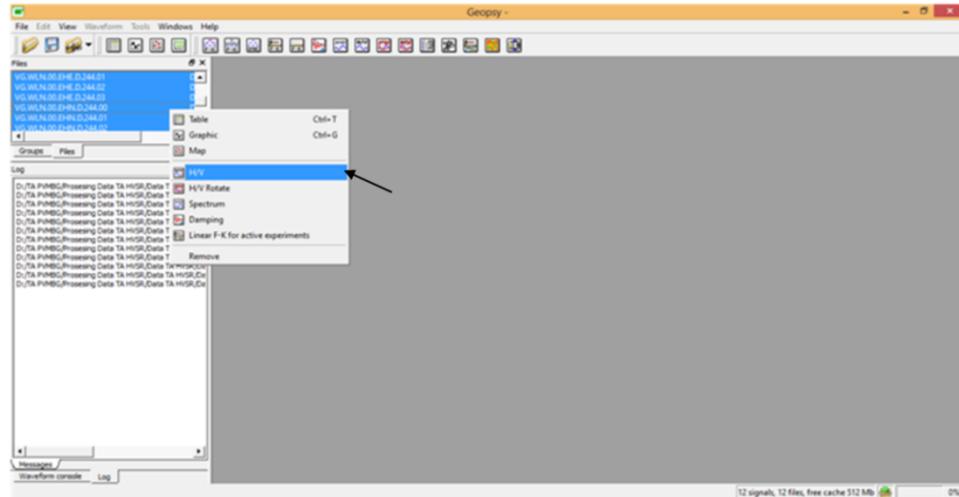


Gambar 13. Proses *import* sinyal

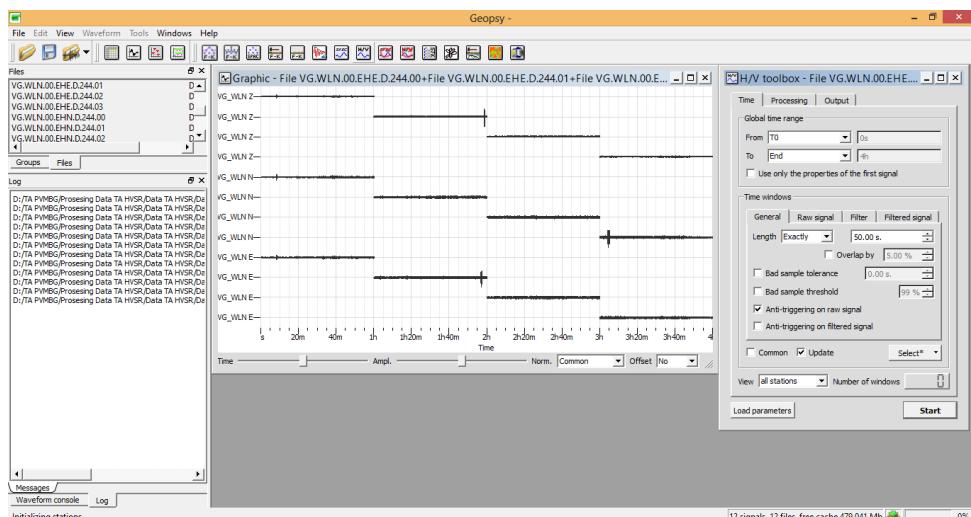
4. Kemudian akan muncul tabel dan grafik, lalu tutup semua *windows*.

C.2. Menghitung rasio H/V untuk mendapatkan nilai frekuensi

1. Blok sinyal yang telah di *input*, lalu klik kanan pilih H/V (**Gambar 14**) maka akan muncul tampilan seperti **Gambar 15**.



Gambar 14. Pengolahan data dengan modul H/V

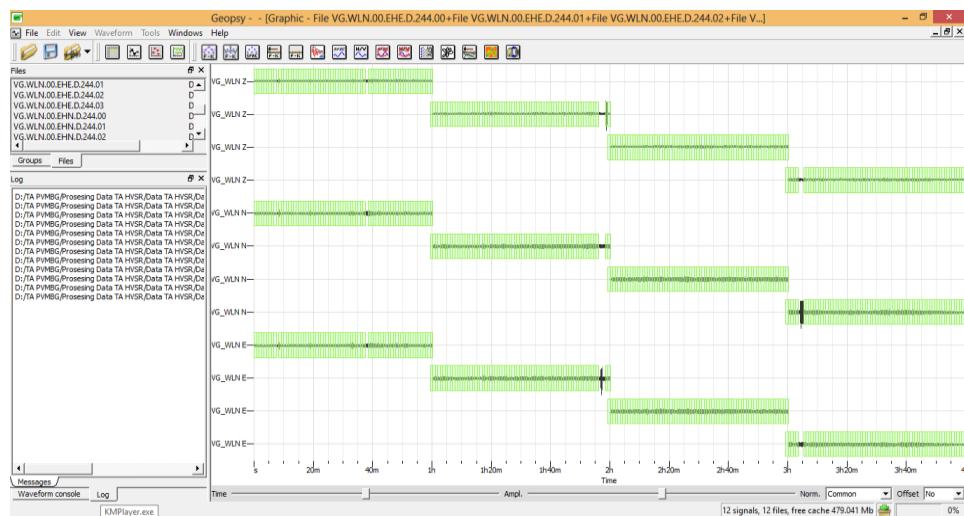


Gambar 15. Tampilan kotak dialog dari modul H/V

2. Pemilihan *time window* yaitu memilih lebar *window* 50.00 s agar hasil yang kita peroleh akan *reliable* dengan frekuensi sebesar 0.2 Hz. Selanjutnya untuk pendeksiian sinyal transient yaitu dengan membandingkan *short term average* (STA) dan *long term average* (LTA) dan juga menggunakan logaritma anti triggering. STA merupakan nilai

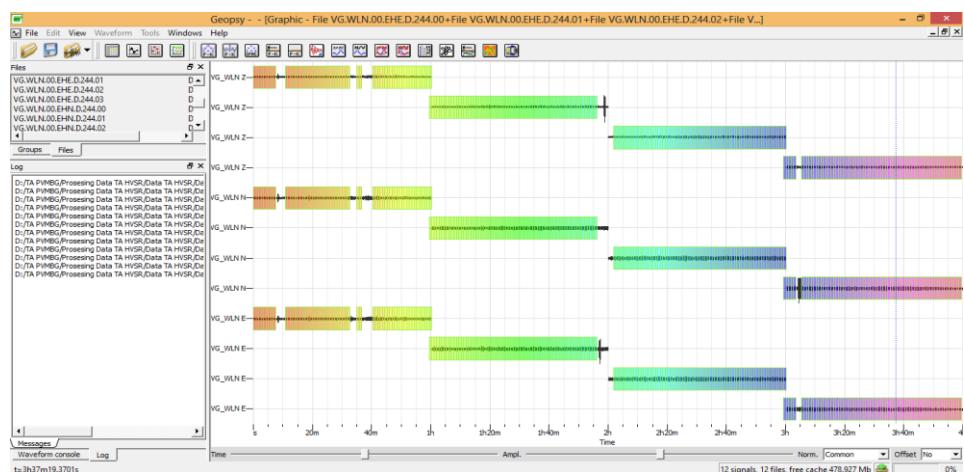
rata-rata amplitude jangka pendek (0.5–2.0 detik) sedangkan LTA merupakan nilai rata-rata amplitude jangka panjang (>10 detik). Pada pengolahan data ini, penulis memilih anti triggering *raw signal* dengan nilai STA:1 detik dan LTA:30 detik.

3. Pengaturan parameter lainnya yaitu klik pada *processing* lalu isi kolom *smoothing constant:60.00* dan *width 5 %*.
4. Klik *select > auto* maka akan muncul tampilan seperti pada **Gambar 16**.



Gambar 16. Grafik H/V

5. Untuk *remove* sinyal-sinyal yang tidak diinginkan, maka Klik *Select* pilih *Remove* dan akan terlihat seperti pada **Gambar 17**.



Gambar 17. Proses windowing setelah di *remove*

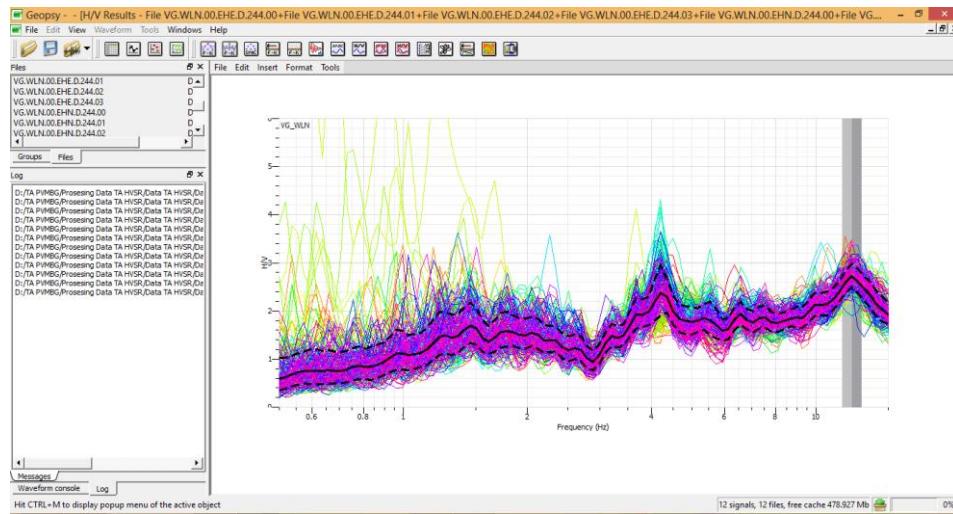
C.3. Proses FFT Mengubah Gelombang Sinyal Data Rekaman Mikrotremor dari Domain Waktu ke dalam Domain Frekuensi

Fast Fourier Transform (FFT) adalah suatu algoritma yang digunakan untuk merepresentasikan sinyal dalam domain waktu dan domain frekuensi. Domain waktu (periode) didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan sebuah isyarat atau gelombang untuk mencapai suatu gelombang penuh. Domain frekuensi didefinisikan sebagai jumlah gelombang yang terjadi dalam 1 detik. Frekuensi secara sederhana merupakan kebalikan dari waktu, sehingga waktu yang satunya adalah detik (*second*) akan menjadi Hertz (1 per *second*) hanya akan memiliki tepat satu nilai spektrum.

Fast Fourier Transform (FFT) dihitung pada masing-masing komponen dari sinyal yang dipilih dan estimasi yang reliable dari puncak frekuensi HVSR menggunakan algoritma smoothing yang diusulkan oleh Krono dan Ohmachi dengan koefisien bandwith sebesar 40. Data yang sudah di filter, dianalisa dengan metode HVSR yang di dapat dari akar kuadrat dari amplitudo spektrum Fourier horizontal (*Nouth-South* dan *East-West*) dibagi dengan spektrum Fourier vertikal. Akhirnya bisa di dapatkan nilai rata-rata HVSR dan standar deviasinya. Dari analisa HVSR kemudian di dapatkan kurva HVSR yang bisa di dapat nilai frekuensi natural dan amplifikasi.

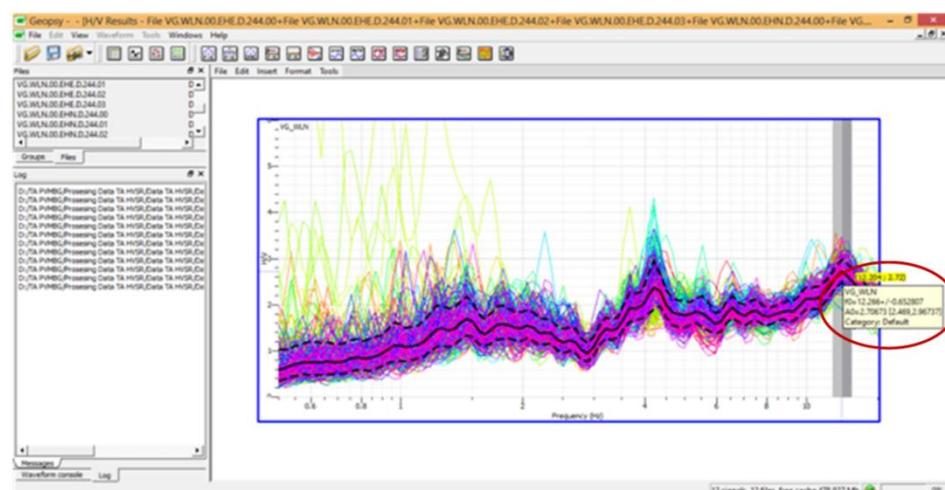
C.4. Menyimpan Gambar Grafik Fungsi HVSR

1. Pilih menu time pada toolbox lalu klik *start* maka akan muncul grafik HVSR seperti **Gambar 18**.



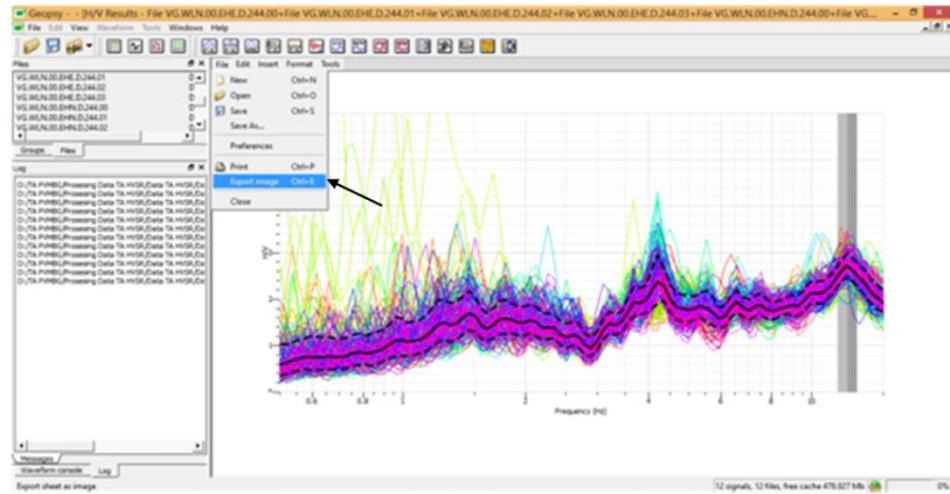
Gambar 18. Garfik hasil proses H/V

2. Lalu *double klik* di dalam grafik tersebut. Kemudian kita akan *setting* : klik *object>X anchor:30>width:20>heigth:10*, angka tersebut bisa diganti sesuai keinginan kita. Lalu klik *graphic>grid line:0.2* dan klik *Y axis*, isi kolom *maximum:6*.
 3. Catat nilai frekuensi dan amplitudo dari puncak HVSR (**Gambar 19**).



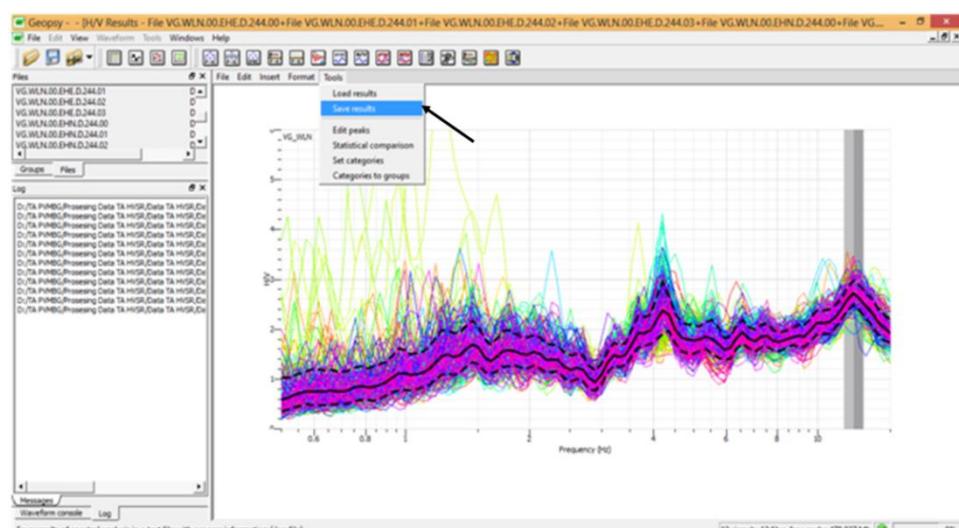
Gambar 19. Nilai frekuensi dan amplitudo dari puncak HVSR

4. Simpan grafik tersebut, klik *file>export image*, lalu simpan misalnya dengan nama file:2015001_00 seperti **Gambar 20**.

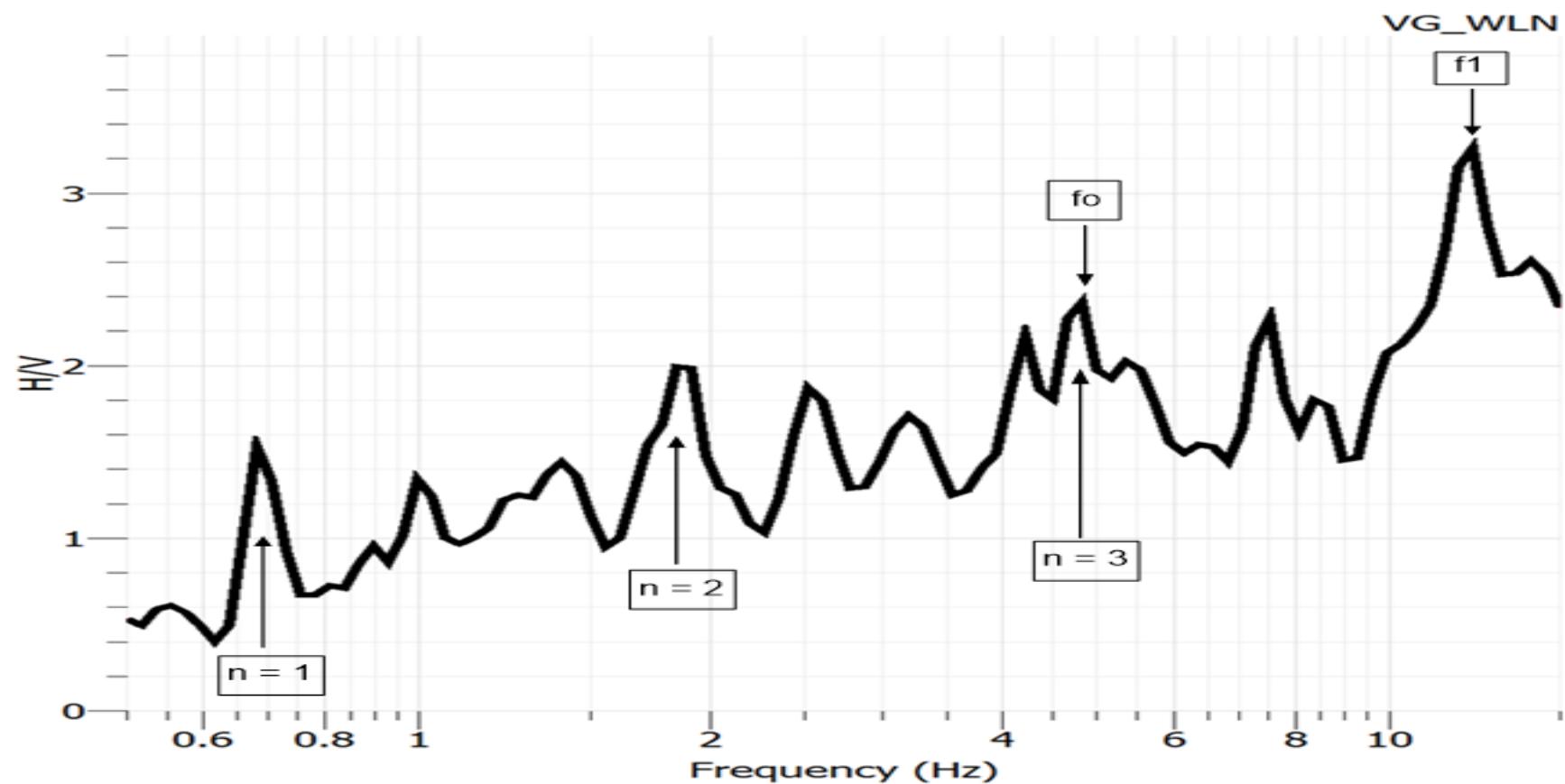


Gambar 20. Proses menyimpan grafik HVSR

5. Selanjutnya klik *tool>save result* sesuai nama gambar grafik (**Gambar 21**)
yang akan tersimpan dalam format .hv .



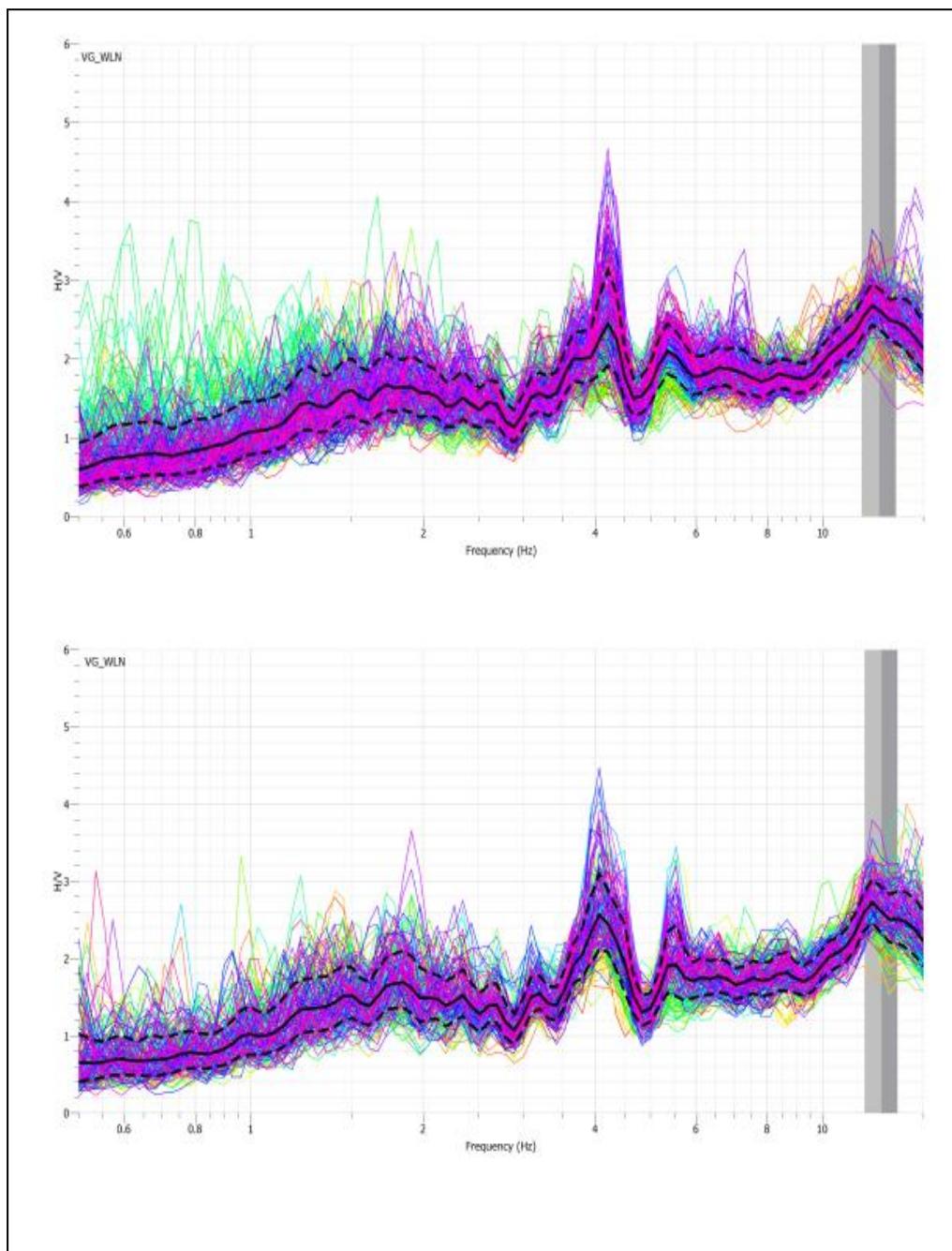
Gambar 21. Proses menyimpan data result .hv

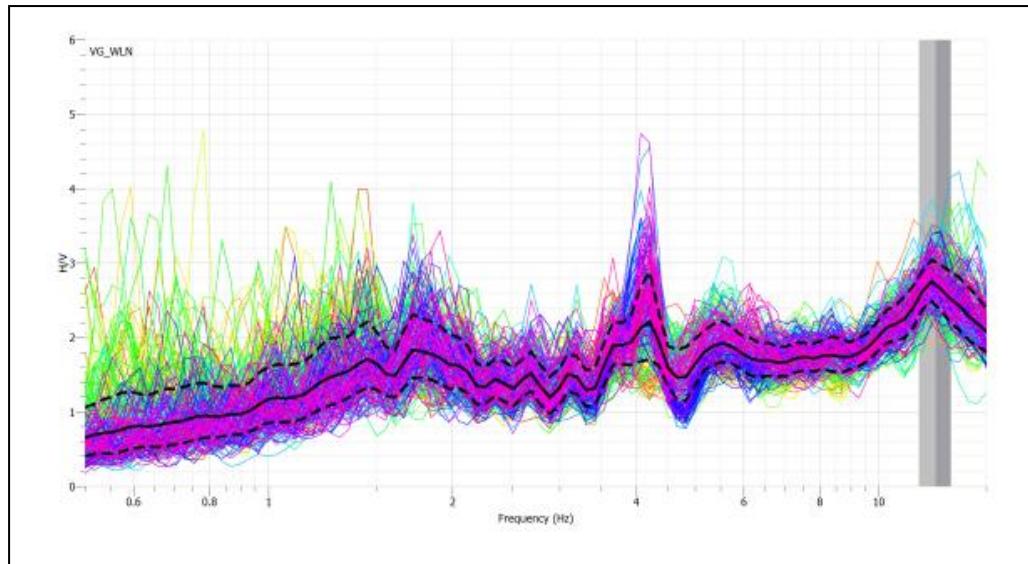


Gambar 22. Hasil pengolahan data grafik fungsi HVSR dari 1 nomor window

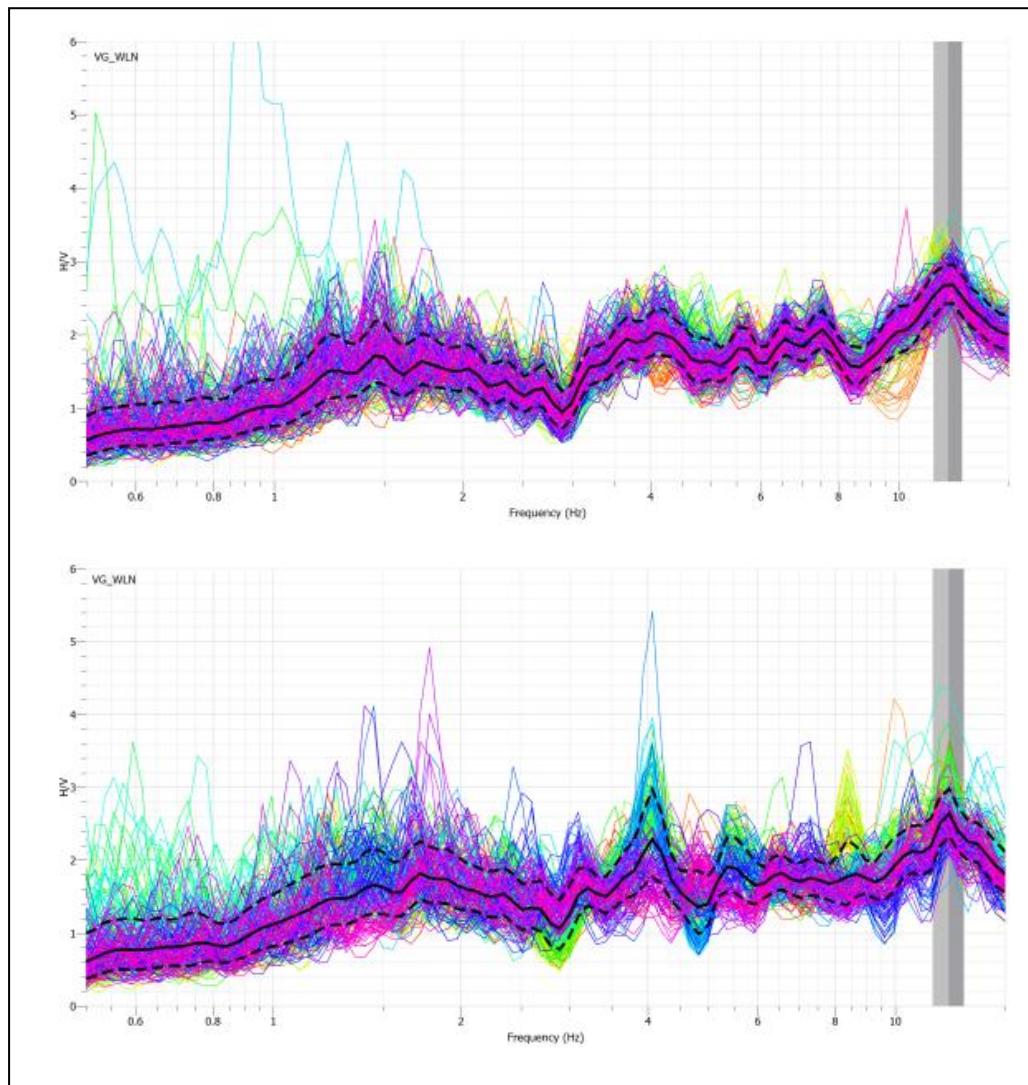
D. Hasil Pengolahan Data

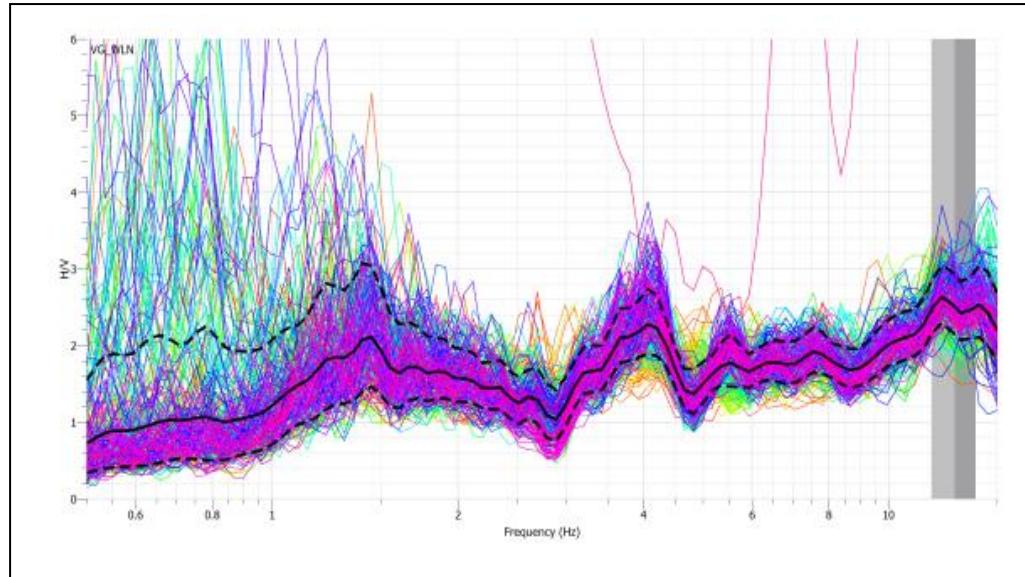
Pada penelitian ini, pengolahan data seismik yang digunakan periode Agustus–November 2014 menggunakan metode HVSR dan fasilitas *software Geopsy*. Dari pengolahan data diperoleh grafik hubungan antara H/V dan frekuensi yang ditunjukan pada **Gambar 23**.



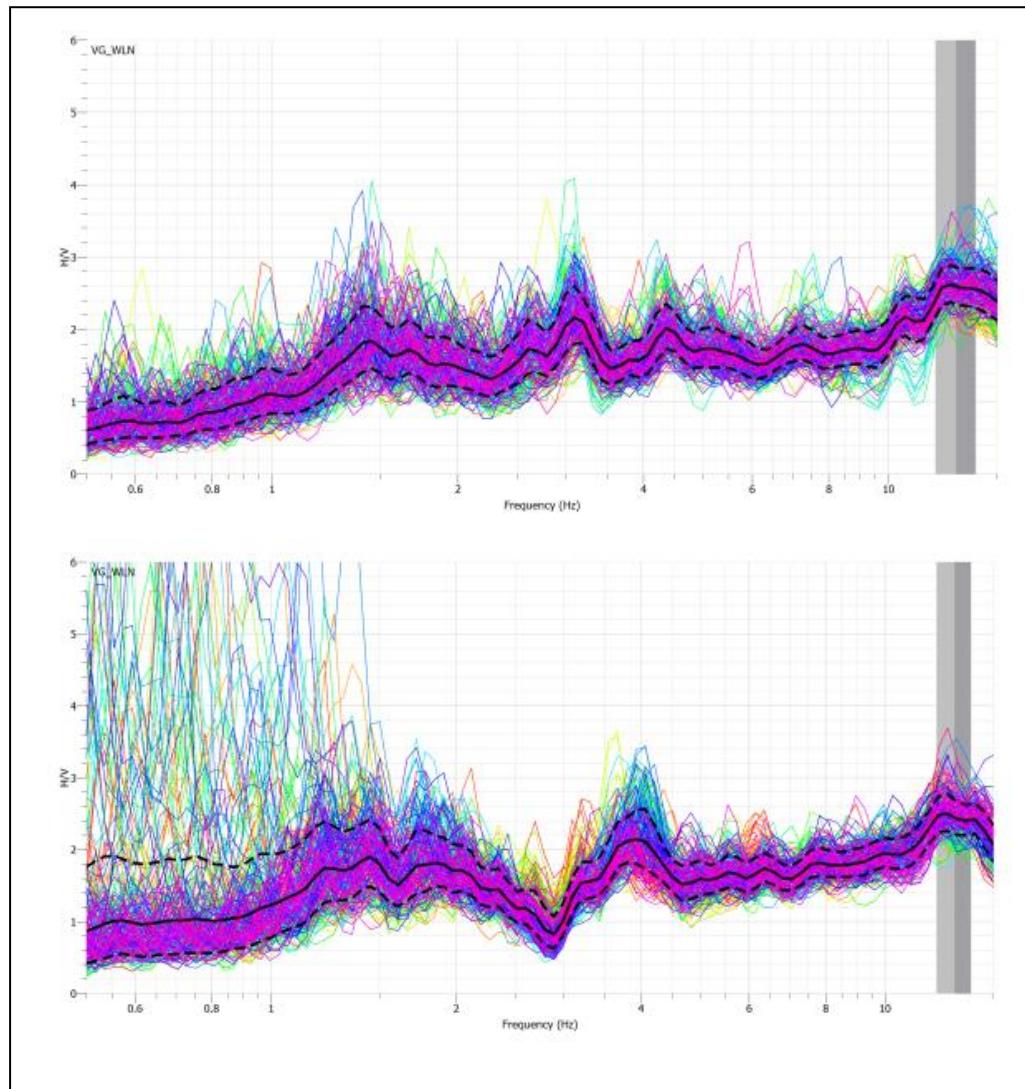


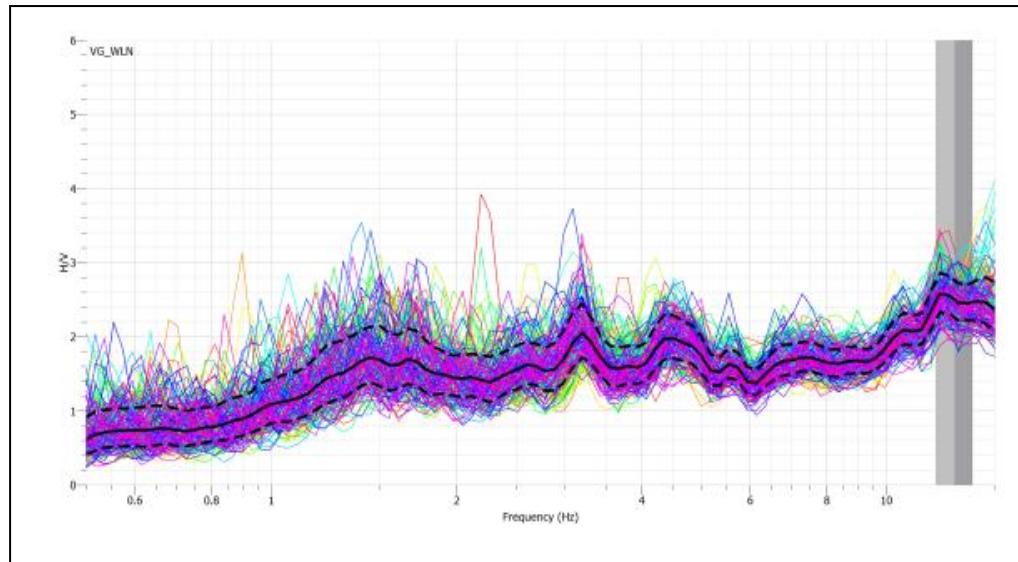
Gambar 23. Grafik HVSR pada Bulan Agustus 2014



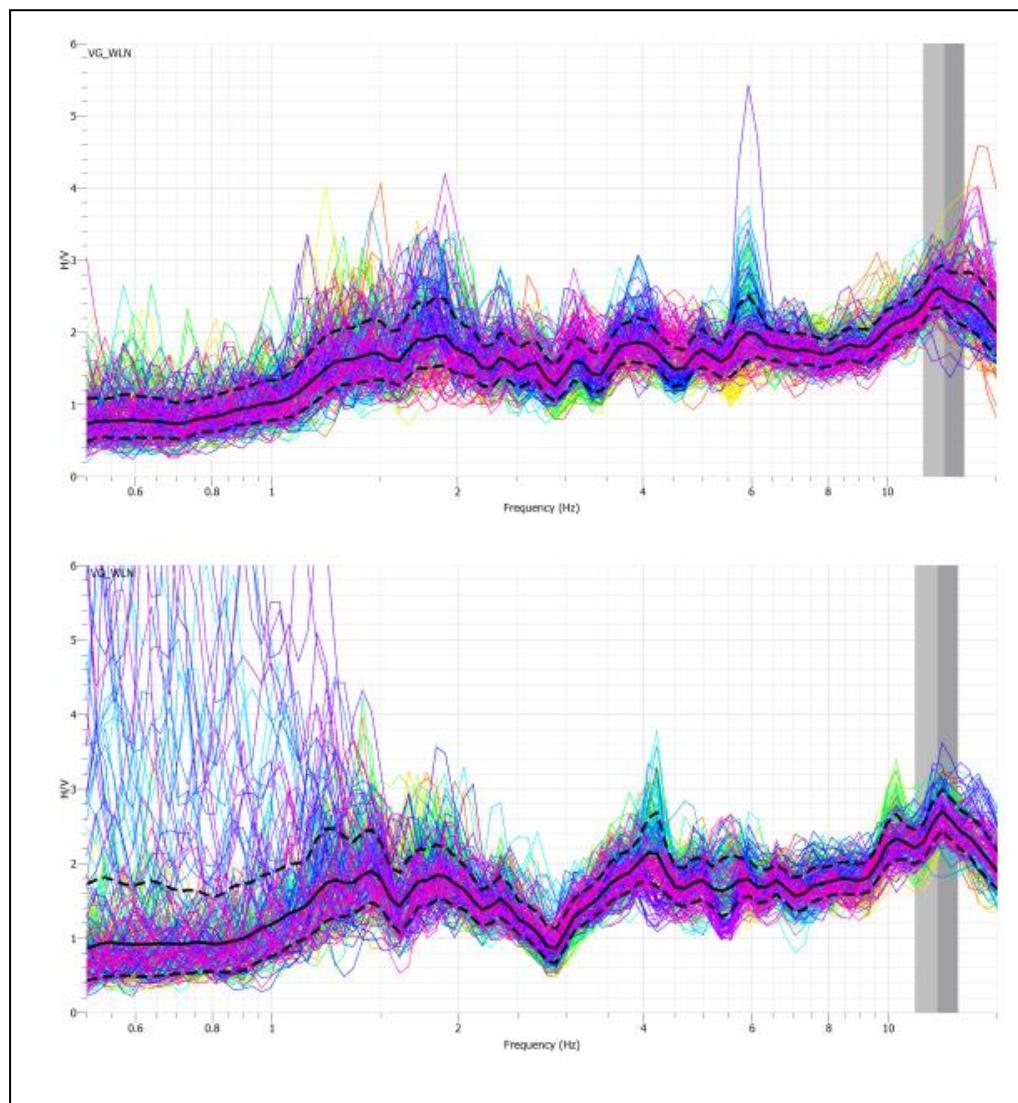


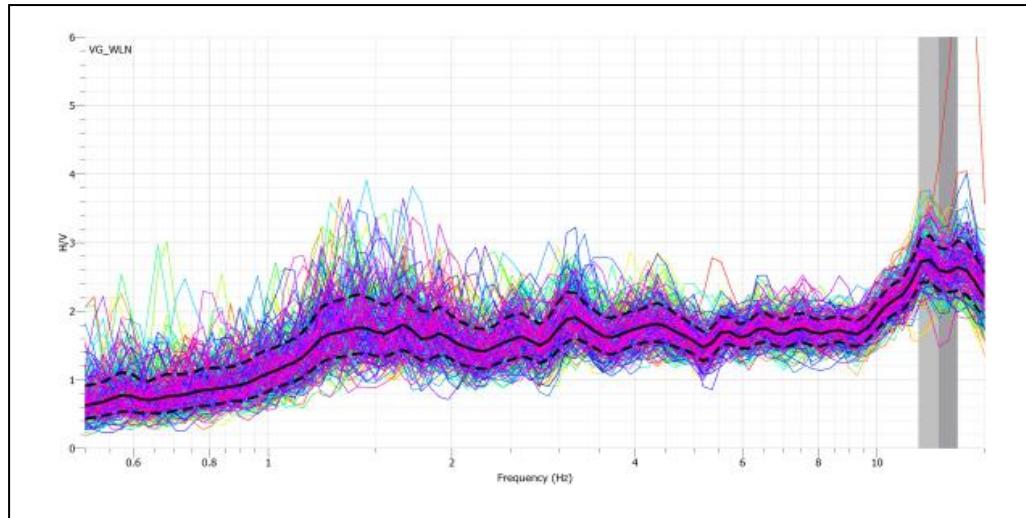
Gambar 24. Grafik HVSR pada Bulan September 2014





Gambar 25. Grafik HVSR pada Bulan Oktober 2014





Gambar 26. Grafik HVSR pada Bulan November 2014

E. Pengecekan Reabilitas dan Tingkat Kejelasan Puncak HVSR

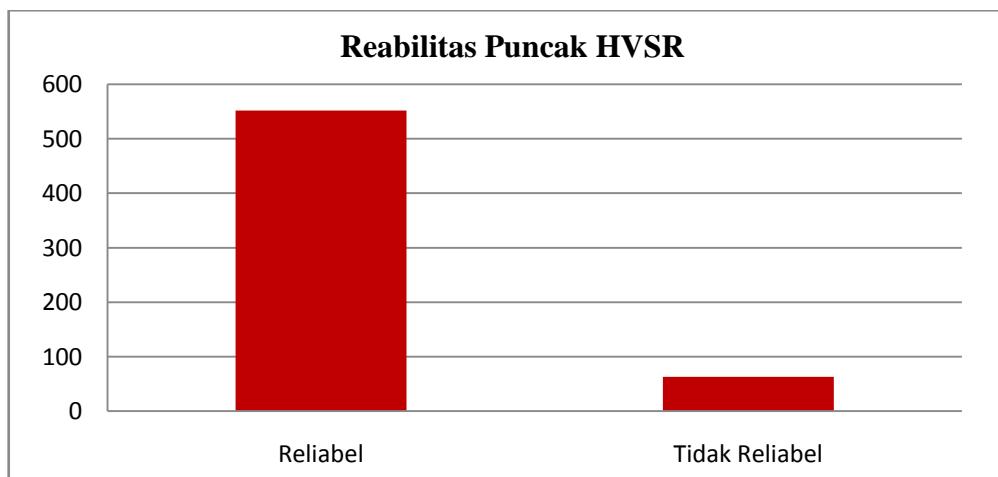
Dari pengolahan data pada Geopsy maka diperoleh grafik puncak HVSR dan data .hv pada periode Agustus-November 2014 di Gunungapi Lokon maka kami menggunakan *script phyton* (**Gambar 27**) untuk mengecek apakah grafik HVSR yang diperoleh sudah reliable dan memenuhi kriteria. Berdasarkan grafik HVSR yang diperoleh, maka untuk mengecek reabilitas dan kejelasan puncak HVSR, kita menggunakan kriteria sesuai pada *guideline* di SESAME (**Gambar 28**).

Gambar 27. Script python untuk cek reabilitas dan kriteria puncak HVSR

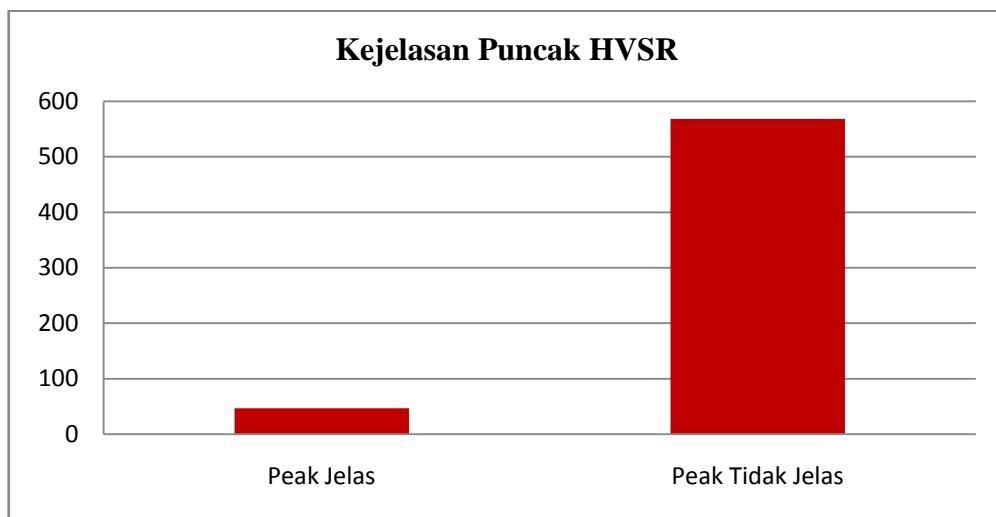
<p>Criteria for a reliable H/V curve</p> <p>i) $f_0 > 10 / l_w$ and</p> <p>ii) $n_c(f_0) > 200$ and</p> <p>iii) $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ or $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • l_w = window length • n_w = number of windows selected for the average H/V curve • $n_c = l_w \cdot n_w$, f_0 = number of significant cycles • f = current frequency • f_{sensor} = sensor cut-off frequency • f_0 = H/V peak frequency • σ_f = standard deviation of H/V peak frequency ($f_0 \pm \sigma_f$) • $\varepsilon(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ • A_0 = H/V peak amplitude at frequency f_0 • $A_{\text{HV}}(f)$ = H/V curve amplitude at frequency f • f = frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{\text{HV}}(f) < A_0/2$ • f^* = frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{\text{HV}}(f^*) < A_0/2$ • $\sigma_A(f)$ = "standard deviation" of $A_{\text{HV}}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{\text{HV}}(f)$ curve should be multiplied or divided • $\sigma_{\log\text{HV}}(f)$ = standard deviation of the $\log A_{\text{HV}}(f)$ curve, $\sigma_{\log\text{HV}}(f)$ is an absolute value which should be added to or subtracted from the mean $\log A_{\text{HV}}(f)$ curve • $\theta(f_0)$ = threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ • $V_{s,\text{av}}$ = average S-wave velocity of the total deposits • $V_{s,\text{surf}}$ = S-wave velocity of the surface layer • h = depth to bedrock • h_{min} = lower-bound estimate of h 																								
<p>Threshold Values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Frequency range [Hz]</th> <th>< 0.2</th> <th>0.2 – 0.5</th> <th>0.5 – 1.0</th> <th>1.0 – 2.0</th> <th>> 2.0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\varepsilon(f_0)$ [Hz]</td> <td>0.25 f_0</td> <td>0.20 f_0</td> <td>0.15 f_0</td> <td>0.10 f_0</td> <td>0.05 f_0</td> </tr> <tr> <td>$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$</td> <td>3.0</td> <td>2.5</td> <td>2.0</td> <td>1.78</td> <td>1.58</td> </tr> <tr> <td>$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log\text{HV}}(f_0)$</td> <td>0.48</td> <td>0.40</td> <td>0.30</td> <td>0.25</td> <td>0.20</td> </tr> </tbody> </table>		Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0	$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.20 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0	$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58	$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log\text{HV}}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20
Frequency range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0																				
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.20 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0																				
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58																				
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log\text{HV}}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20																				

Gambar 28. Kriteria untuk hasil reabilitas pada *guidline* (SESAME)

Dari hasil pengecekan reabilitas dan kejelasan puncak HVSR (kriteria) pada pengolahan data periode Agustus–November 2014 maka diperoleh hasil yang ditunjukkan pada **Gambar 29** dan **Gambar 30**.



Gambar 29. Grafik reabilitas puncak HVSR



Gambar 30. Grafik kejelasan puncak HVSR

Dari grafik reabilitas puncak HVSR (**Gambar 29**), diperoleh jumlah puncak HVSR yang reliable yaitu 552 sedangkan yang tidak reliable yaitu 63 dari jumlah data puncak HVSR adalah 615. Pada grafik kejelasan puncak HVSR (**Gambar 30**), diperoleh jumlah puncak (*peak*) yang jelas yaitu 47 dan *peak* (puncak) yang tidak jelas yaitu 568 dari jumlah data puncak HVSR adalah 615.