



Implementasi *Wavelet* Daubechies pada Data Seismik Gunungapi

Dairoh*) dan Dega Surono Wibowo

Politeknik Harapan Bersama, DIV Teknik Informatika, Indonesia

*)Email Korespondensi: daizahra26@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.20527/flux.v17i2.6945>

Submitted: 20 Agustus 2019; Accepted: 03 Maret 2020

ABSTRACT–Noise decomposition on seismic volcanic data with wavelet using Daubechies wavelet decomposition on E and N direction record data. Seismic volcanic data is in the form of broadband data, which broadband data has a wide frequency range so that it has a high enough noise level. So that when the noise decomposition process is carried out in selecting the decomposition of the noise it must be appropriate so that the information contained in it does not decompose, this is because the volcanic broadband seismic record data contains volcanic earthquake event information that has an amplitude at the same value as the amplitude of the noise. Therefore noise decomposition is done by implementing wavelet, that is by using Daubechies wavelet decomposition. The results show that Daubechies wavelet decomposition can break down noise properly without losing the information contained in the signal. The decomposition of noise uses Daubechies db 5 level 5 wavelet decomposition in detail. The results of the wavelet using wavelet decomposition obtained volcanic earthquake events whose signal results showed conformity with volcanic earthquakes with T. Minakmi and Wasserman's forms.

KEYWORDS : broadband, wavelet, Daubechies, volcano, Wasserman

PENDAHULUAN

Istilah *wavelet* digambarkan seperti suatu fungsi basis yang digunakan untuk melokalisasi sebuah fungsi didalam ruang dan skala, dengan dengan fungsi variabel real x , diberi notasi ψ dalam ruang fungsi L^2R (Graps, 1995). Transformasi *wavelet* digunakan untuk melihat perubahan frekuensi dalam sinyal terhadap waktu. Hasil dari transformasi *wavelet* berupa representasi sinyal dalam kawasan waktu dan frekuensi. Transformasi *wavelet* akan menguraikan suatu sinyal dalam bentuk suku-suku *wavelet* dengan menggunakan fungsi pergeseran (*translation*) dan penskalaan (*scaling*).

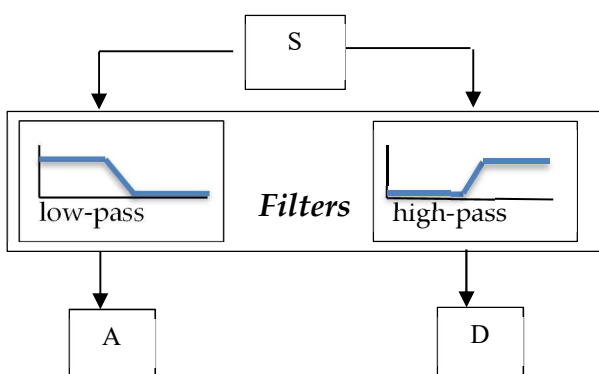
Penerapan *wavelet* banyak diimplementasikan pada proses pengelolaan citra (*image processing*) dan pengolahan sinyal, sebagai contoh mengimplementasi transformasi Haar *wavelet* dalam mendeteksi citra jeruk nipis yang busuk (Sunjoyo, Santoso dan Nugroho, 2016) dan penggunaan

dekomposisi *wavelet* pada analisis pengenalan pola lurik menggunakan metode *learning vector quantization* (Robi'in, 2017).

Selain itu, implementasi penerapan *wavelet* yang lain pada citra, *wavelet* digunakan untuk mereduksi *noise* pada citra digital (Ratna & Khukmiati, 2004) dan *wavelet* digunakan pada kompresi citra dengan metode transformasi *wavelet* diskrit pada pengolahan citra digital untuk kompresi (Sriani, Ikhwan dan Yusnidah, 2017). Implementasi *wavelet* haar dan jaringan tiruan pada pengolahan selaput pelangi mata dapat berfungsi dengan baik dalam proses pencarian citra iris dengan tingkat keakuratan atau keberhasilan pencarian citra iris tertinggi 87% pada saat nilai *learning rate* 0,01 (Hatmojo, 2014). Selain itu Analisis dan implementasi *image denoising* dengan metode *normal shrink* sebagai *wavelet thresholding analysis* (Handoko et al., 2011). Implementasi *wavelet* yang lain yaitu implementasi

transformasi *wavelet* daubechies pada kompresi citra digital, dimana hasil dari penelitian tersebut bahwa hasil proses *wavelet* Haar dan Daubechies didapatkan kompresi masing 25% dan 22% (Suma'inna & Gumilar, 2013).

Proses *wavelet* dengan menggunakan dekomposisi *wavelet* digambarkan seperti rekontruksi. Kemudian proses rekontruksi dalam dekomposisi *wavelet* tersebut meratakan komponen menjadi sinyal asli dengan tidak menghilangkan sinyal asli (Daubechies, 1992). Sehingga dekomposisi *wavelet* merupakan proses rekontruksi dengan menggunakan transformasi *wavelet* dan membagi ke dalam tiap *sub-band* frekuensi. Kemudian didalam proses transformasi *wavelet* tersebut mengandung dua komponen penting yakni sebagai fungsi skala (*scaling function*) yang berfungsi sebagai filtering *low-pass* sedangkan fungsi *wavelet* berfungsi sebagai filter *high-pass*. Pada proses dekomposisi, transformasi *wavelet* sebagai fungsi analisis yakni berdasarkan pada skala. Sehingga, proses dekomposisi *wavelet* digambarkan seperti proses *filtering* dimana sinyal domain waktu dilewatkan pada filter *high-pass*nya sebagai hasil dari detail dan proses filter *low-pass*nya merupakan hasil dari aproksimasi yang digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses penguraian sinyal dengan transformasi *wavelet* menjadi aproksimasi dan detail melalui filtering dalam dekomposisi *wavelet* (Daubechies, 1992)

Sedangkan pada proses dekomposisi *wavelet*, sinyal asli akan didekomposisi menjadi koefisien-koefisien aproksimasi dan detail yang jumlahnya tergantung pada

tingkat atau level. Sehingga sinyal yang didekomposisi *wavelet* (Chui, 1992) dapat dinyatakan pada Persamaan 1.

$$S(t) = A_j(t) + \sum_{j \leq J} D_j, \quad (1)$$

dengan:

S(t) = Fungsi sinyal,

A(t) = Koefisien aproksimasi,

D = Koefisien detail,

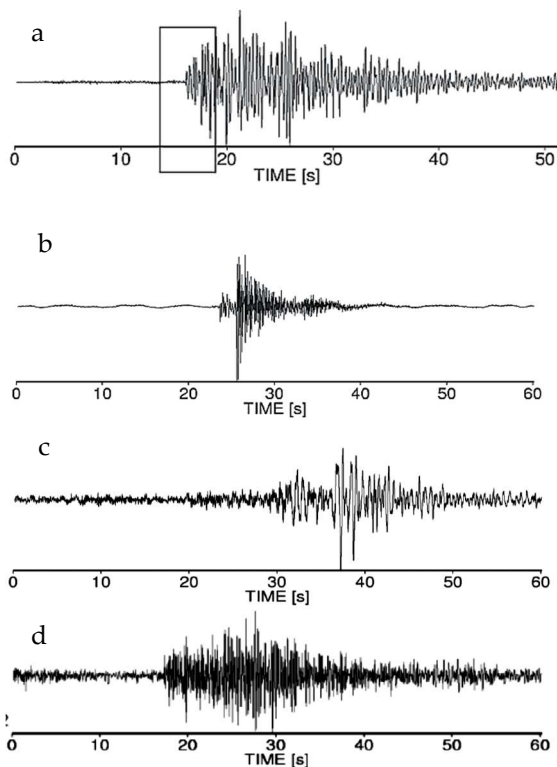
j = Level.

Proses dekomposisi *wavelet* sinyal ini menjadi bagian aproksimasi dan detail, kemudian dari bagian aproksimasi tersebut dibagi lagi menjadi tingkatan kedua aproksimasi dan detail. Proses tersebut berulang-ulang tergantung dari n tingkatan dekomposisi dan akan terdapat n kemungkinan hasil dari dekomposisi sinyal bagian filter rekontruksinya.

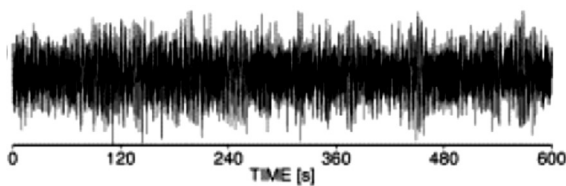
Menurut Minakami (1974) dalam (Kawakatsu & Yamamoto, 2015) bahwa gempa vulkanik berdasarkan sumber dan perilakunya terbagi menjadi 5 yaitu:

1. Gempa vulkanik tipe B atau gempa dangkal. Frekuensi gempa 4-7 Hz dan kedalaman 1-2 Km.
2. Gempa vulkanik tipe A atau gempa VT-A (gempa dalam). Memiliki frekuensi 5-8 Hz dengan kedalaman gempanya lebih dari 2 Km. Kemudian gempa vulkanik VT-B dibagi menjadi 4 jenis yaitu:
 - a. HF atau gempa *high frequency* dengan gelombang tiba P jelas
 - b. LF atau *low frequency* adalah gempa dengan gelombang tiba P tidak jelas dan frekuensinya 1,5 Hz.
 - c. Gempa *low high frequency* (LHF) merupakan gempa gabungan dari gempa dengan frekuensi rendah (LF) dengan gempa dengan frekuensi tinggi (HF) dengan frekuensi 1,3-2 Hz.
 - d. Gempa vulkanik *multiphase* atau MP atau Gempa vulkanik banyak fase. Memiliki frekuensi 3-4 Hz.

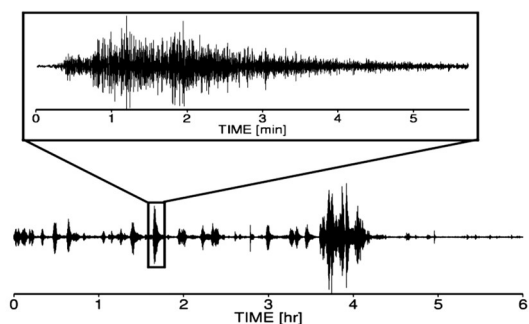
Adapun bentuk karakteristik jenis gempa vulkanik masing-masing menurut Wasserman 2002 dalam (Bormann, 2009) pada Gambar 2 (a-d).



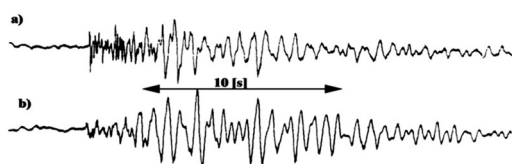
Gambar 2 Karakteristik (a) gempa vulkanik tipe A, (b) gempa vulkanik tipe B, (c) gempa LF, dan (d) karakteristik gempa MP (Bormann, 2009)



Gambar 3 Karakteristik gempa tremor (Bormann, 2009)



Gambar 4 Karakteristik awan panas (Bormann, 2009)



Gambar 5 Karakteristik gempa hybrid (Bormann, 2009)

3. Gempa Tremor disebabkan karena adanya aktivitas magma gunungapi meningkat. Memiliki frekuensi 0,7-1,5 Hz, menurut Wasserman 2002 (Bormann, 2009) bentuk karakteristiknya seperti pada Gambar 3.
4. Gempa guguran kubah lava atau aliran awan panas (piroklastik). Gempa dengan Amplitudo gempanya tinggi dan turun secara transien. Frekuensinya 1-2 Hz dan durasi gempa dalam menit atau jam. Bentuk karakteristik gempanya seperti pada Gambar 4.
5. Gempa hybrid, Gempa ini memiliki amplitudo kecil dengan durasi yang pendek dan kejadiannya saling susul menyusul. Bentuk karakteristik gempanya pada Gambar 5.

Sehingga, penelitian reduksi *wavelet* akan diimplementasikan pada data sinyal seismik gunungapi. Data penelitian yang akan digunakan dalam proses *wavelet* ini adalah data rekaman gunungapi. Data seismik gunungapi berupa data seismik *broadband*. Data seismik *broadband* merupakan data yang memiliki jangkauan frekuensi yang cukup lebar sehingga memiliki level *noise* yang cukup tinggi. sehingga rekaman seismik yang mengandung informasi *event* gempa vulkanik akan memiliki amplitudo yang berada pada nilai yang sama dengan amplitudo *noise*. Untuk itu dilakukan penguraian *noise* terhadap data seismik *broadband* gunungapi. Sehingga proses pemilihan penguraian *noise* dengan menggunakan filter harus tepat. Baik dalam pemilihan menggunakan metode *low-pass filter*, *high-pass filter* ataupun *band-pass filter*.

Proses penguraian *noise* dengan filtering ini tidak dapat diterapkan dalam mengurai data seismik *broadband*. Hal ini dikarenakan data seismik gunungapi berupa data seismik *broadband* yang memiliki jangkauan frekuensi yang lebar dan amplitudo. Sehingga apabila proses penguraian *noise* dengan menggunakan filter yang tidak tepat pemilihannya, maka informasi *event* gempa vulkanik terfilter dan sebaliknya. Sehingga proses penguraian *noise* data *broadband* dengan filter harus tepat karena dapat mempengaruhi proses pengolahan

datanya. Pada penelitian ini dilakukan proses penguraian *noise* dengan mereduksi *noise* yang bertujuan untuk mengurangi *noise* pada data seismik *broadband* gunungapi dari rekaman stasiun yang berada jauh dari pusat gunungapi tanpa menghilangkan data *broadband* yang terkandung. Penguraian *noise* ini dilakukan dengan *wavelet* menggunakan dekomposisi *wavelet* pada data seismik *broadband* gunungapi untuk arah rekaman E dan N. Arah E merupakan arah rekaman seismik *broadband* yang dicatat pada posisi arah Timur dari pusat stasiun rekaman, sedangkan arah rekaman N menunjukkan arah rekaman seismik *broadband* yang dicatat pada posisi arah Utara dari pusat stasiun rekaman.

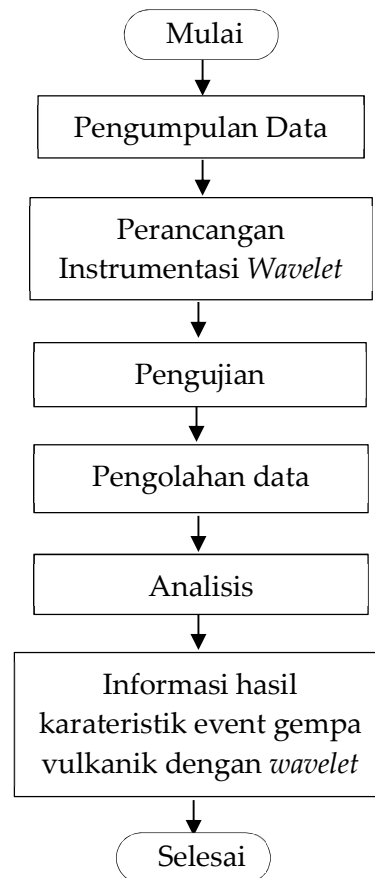
Tujuan penelitian antara lain: a) mengimplementasikan *wavelet* pada data rekaman seismik gunungapi dengan melakukan dekomposisi *wavelet* untuk memisahkan sinyal dan *noise* pada data gunungapi khususnya data pada saat letusan Gunung Merapi yang terekam di Stasiun Wanagama pada komponen arah E dan N, b). Melakukan karakterisasi *event* gempa vulkanik dari hasil *wavelet* dengan dekomposisi *wavelet* pada arah E dan N pada data rekaman stasiun gunungapi. c). Selanjutnya membandingkan hasil dekomposisi *wavelet* pada data seismik *broadband* gunungapi untuk arah lain (E dan N).

Hasil dari proses *wavelet* dengan menggunakan dekomposisi *wavelet* pada data seismik *broadband* gunungapi tersebut selanjutnya dilakukan klustering gempa vulkanik berdasarkan sumber dan perilakunya menurut Minakami (1974) dengan melihat waktu, frekuensi dan bentuk *event*. Dari hasil *wavelet* dengan menggunakan dekomposisi *wavelet* tersebut didapatkan *prototype system* dalam melakukan penguraian *noise* dan selanjutnya dilakukan klustering *event* gempa sehingga diperoleh dan diketahui informasi dari bentuk *event-event* gempa vulkanik yang terjadi dari data rekaman seismik *broadband* gunungapi sehingga hasil dari proses *wavelet* tersebut dapat dijadikan alternatif dalam metode proses penguraian *noise* pada data seismik *broadband*.

METODE PENELITIAN

Data yang digunakan adalah data sekunder dari rekaman Stasiun Seismik Gunungapi Wanagama Yogyakarta. Stasiun Wanagama merupakan milik Departemen Fisika Universitas Gadjah Mada. Data yang diolah data rekaman seismik pada tanggal 26 Oktober dan 3 November 2010 untuk komponen E dan N. Hal ini berdasarkan dari data katalog yang didapatkan bahwa pada tanggal tersebut tercatat telah terjadi gempa vulkanik.

Tahap selanjutnya adalah perancangan kode sistem instrumentasi *wavelet* (*coding*) dan dilakukan proses *filtering* dan pengolahan data menggunakan Bahasa Pemrograman Matlab. Kemudian dilakukan pengujian dengan mengambil *event* gempa vulkanik berdasarkan data gempa vulkanik dari PVMBG. Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan pemilihan mother *wavelet* yang digunakan pada dekomposisi *wavelet* daubechies.



Gambar 6 Flowchart prosedur penelitian

Hasil dari pengujian dilakukan perbandingan terhadap hasil dekomposisi *wavelet* daubechies dari n 1 hingga ke 5 hingga

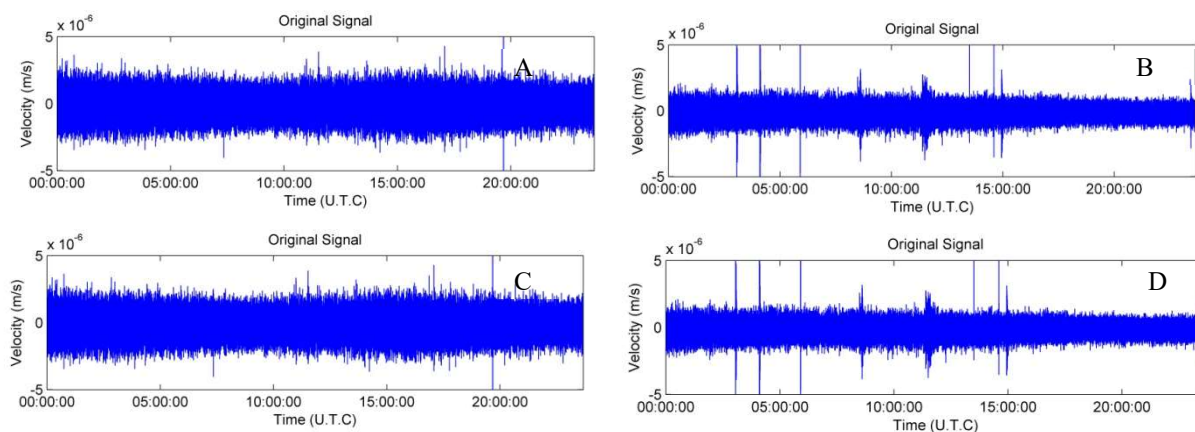
diperoleh *event* terbaik dengan melihat bentuk *event* terbaik berdasarkan bentuk *event* gempa vulkanik Minakami (1974) dan Wasserman (2002) dengan melihat frekuensi *event* gempa dan waktu gempa yang terjadi berdasarkan pada informasi yang diperoleh gempa vulkanik dari Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana Gunungapi. Hasil dari pengujian selanjutnya dilakukan pengolahan dekomposisi *wavelet* pada tanggal 26 Oktober dan 3 November arah E dan N. kemudian dilakukan analisa berdasarkan bentuk gempa vulkanik menurut Minakami (1974) dan (Wasserman, 2002)(Bormann, 2009) waktu, frekuensi dan dibandingkan dengan informasi dari data katalog yang didapatkan dari gempa vulkanik di Pusat Vulkanologi Mitigasi Bencana Gunungapi. Adapun *flowchart* keseluruhan proses penelitian ini di Gambar 6.

HASIL DAN PEMBAHASAN

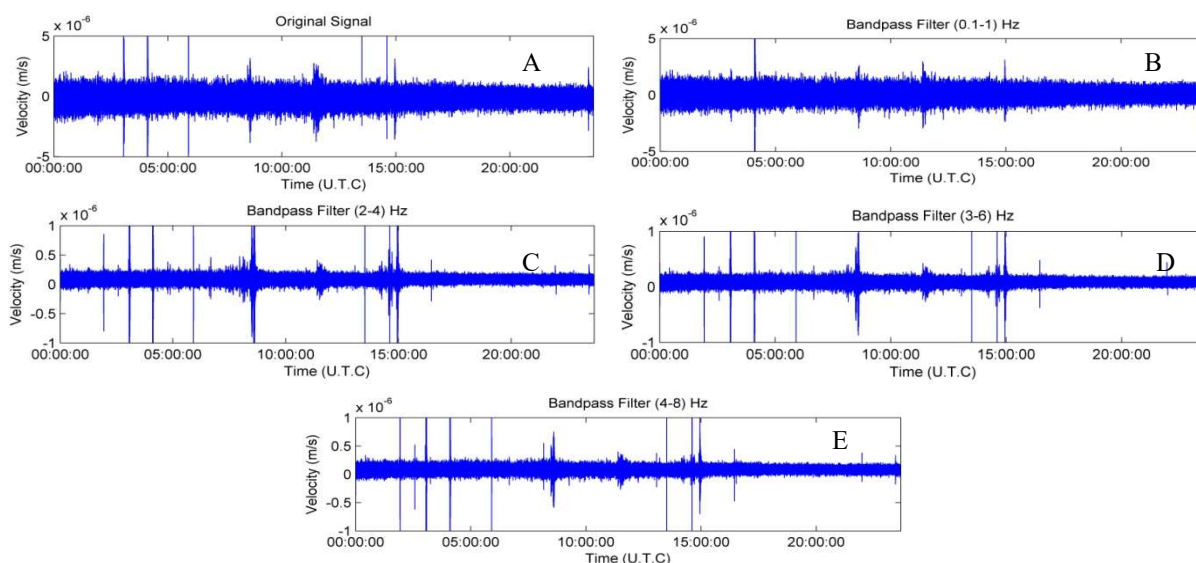
HASIL

Data yang diolah adalah data rekaman dari Stasiun Wanagama yang berupa data seismik *broadband*. Data yang diolah adalah rekaman data di tanggal 26 Oktober 2010, dan 3 November 2010. Hal ini didasarkan pada tanggal tersebut menurut data PVMBG terjadi gempa vulkanik dan letusan gunungapi. Sehingga, pengolahan data hanya dilakukan pada tanggal tersebut. Rekaman sinyal asli seperti pada Gambar 7.

Sinyal asli sebelum dilakukan *wavelet* dengan dekomposisi *wavelet*, dilakukan pengolahan data dengan menggunakan proses *filtering*. Hal ini dimaksud untuk mengetahui hasil proses filtering pada umumnya yang dilakukan dalam *processing signal*. Adapun pemisahan *noise (filtering)* menggunakan filter



Gambar 7 Rekaman sinyal asli arah E tanggal (A) 26 Oktober dan (B) 3 November 2010, arah N pada tanggal (C) 26 Oktober, dan (D) 3 November 2010



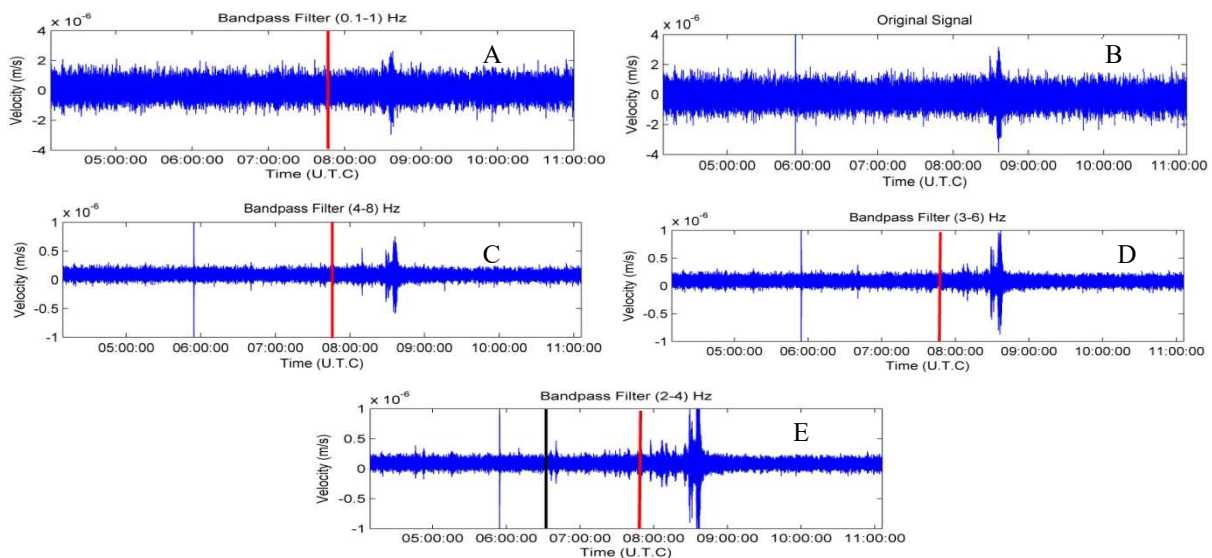
Gambar 8 Sinyal asli rekaman (A) 3 November 2010, (B) hasil filter bandpass 0,1-1 Hz, (C) hasil filter bandpass 2-4 Hz, (D) hasil filter bandpass 3-6 Hz (D), dan (E) hasil filter bandpass 4-8 Hz

band-pass antara frekuensi 0,1-1 Hz, 2-4 Hz, 3-6 Hz dan 4-8 Hz. Hasilnya seperti pada Gambar 8.

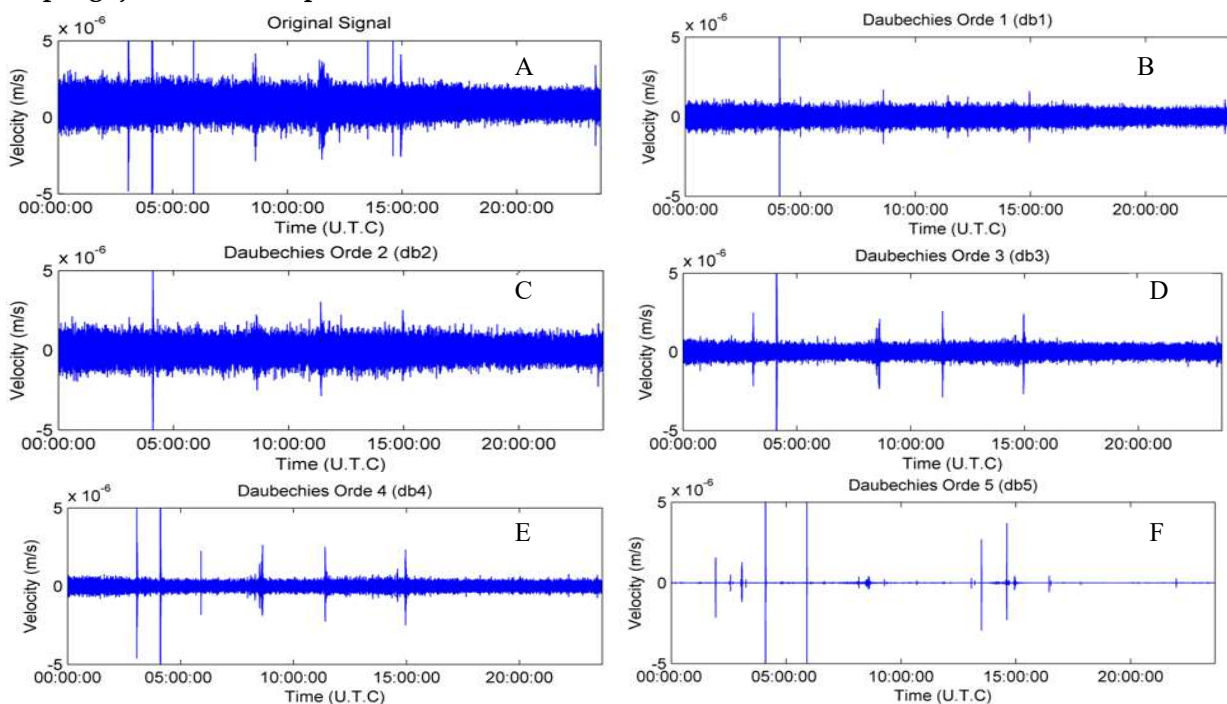
Hasil dari filtering dilakukan pengujian melihat salah satu event gempa vulkanik dari katalog PVMBG yang terjadi pada tanggal 3 November 2010 berupa event gempa vulkanik dangkal (VT-B) dan event awan panas. Hasilnya pada Gambar 9.

Hasil filter *band-pass* (0,1-1) Hz, filter *band-pass* (2-4) Hz, filter *band-pass* (3-6) dan dengan filter *band-pass* (4-8) Hz dikomponen

data rekaman arah E tanggal 3 November 2010. Hasilnya tampak sinyal, namun jumlah segment *event* yang berdasarkan data PVMBG belum tampak banyak segment *event*nya. Hal ini dibuktikan dengan dilakukan pengujian terhadap *event* gempa vulkanik yang terekam di PVMBG belum menunjukkan *segment-segment event* secara signifikan. Dari hasil filtering *noise* tersebut maka dilakukan *wavelet* dengan dekomposisi *wavelet*. Adapun hasil dekomposisi *wavelet* pada orde dari 1 hingga 5



Gambar 9 Hasil pengujian sinyal asli tanggal 3 November 2010 dengan (A) catatan PVMBG, (B) pengujian filter bandpass 0,1-1 Hz, (C) pengujian filter bandpass 2-4 Hz, (D) pengujian filter bandpass 3-6 Hz, dan (E) pengujian filter bandpass 4-8 Hz (E)



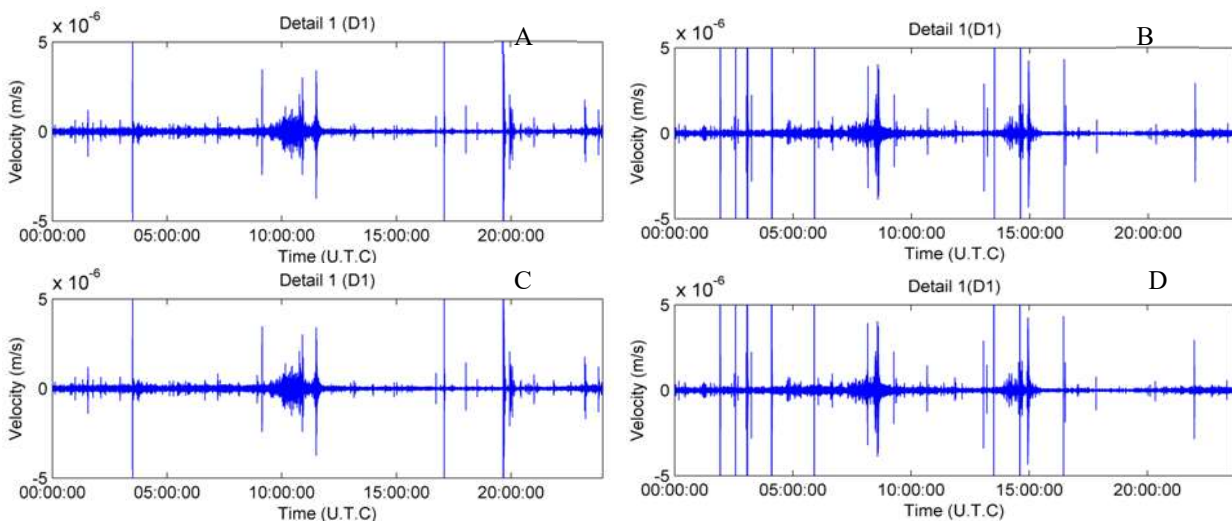
Gambar 10 (A) Sinyal asli tanggal 3 November 2010, (B) Hasil *wavelet* Daubechies pada orde 1 (db1), (C) orde 2 (db2), (D) orde 3 (db3), (E) orde 4 (db4) dan, (F) orde 5 (db5)

pada Gambar 10.

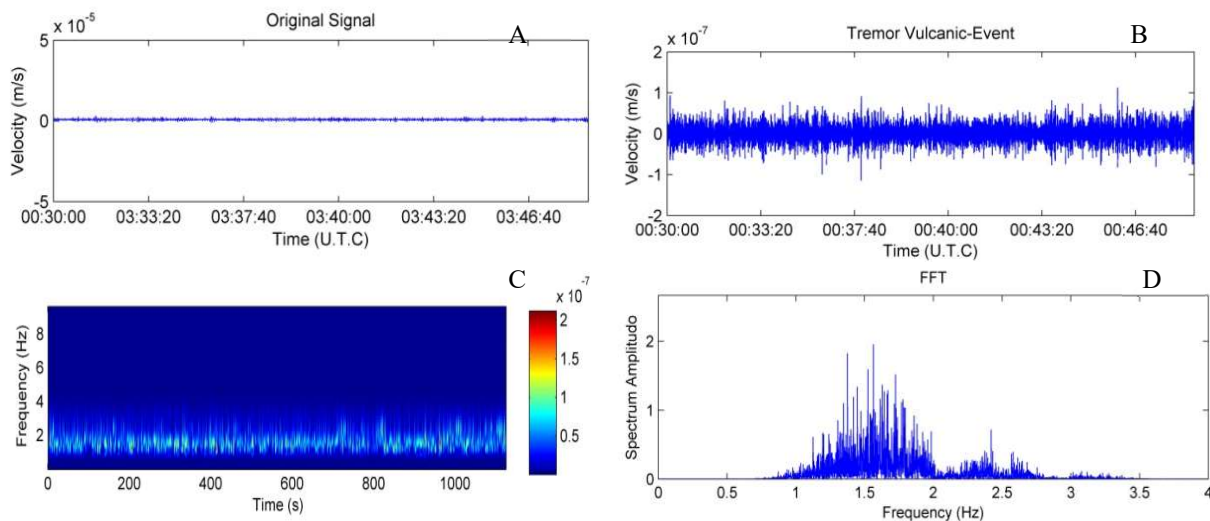
Pada Gambar 10 merupakan hasil pengujian orde yang dilakukan pada orde 1 hingga 5. Pengujian dilakukan pada komponen data seismik di E dan N. Adapun hasilnya didapatkan sinyal pada tiap orde terlihat segmen-segmen event dibandingkan dengan sinyal aslinya, Namun diantara hasil pengujian orde-orde *wavelet* didapatkan hasil orde yang signifikan pada *wavelet* Daubechies orde 5 (db5). Hal ini menunjukkan bahwa pada daubechies orde 5 hasil yang mampu mengurai *noise* tanpa menghilangkan sinyal aslinya (Daubechies, 1992) dan menghasilkan segmen-segmen *event* terbanyak dibandingkan dengan orde lain baik untuk data rekaman di arah E dan N. Hal ini

menunjukkan bahwa semakin lebar skala filternya (orde) maka sinyal yang diperoleh semakin sempit dan tampak segmen-segmen yang menunjukkan bentuk sinyal event. Sehingga untuk pengolahan *wavelet* dengan dekomposisi digunakan *wavelet* daubechies orde 5. Hasil dekomposisi *wavelet* sinyal untuk komponen arah E dan N seperti pada Gambar 11.

Dari Gambar 11 (B) dan 12 (D) dilakukan karakteristik *event* gempa vulkanik di Gunung Merapi dengan mengacu pada bentuk gempa vulkanik menurut (Wasserman, 2002) dalam (Bormann, 2009) dan besar nilai *range* frekuensi gempa vulkanik menurut Minakami (1974) saat terjadi letusan Merapi 2010. diantaranya berikut:



Gambar 11 Hasil dekomposisi *wavelet* Daubechies orde 5 (db5) level 5 didetail 1 pada arah E (A) tanggal 26 Oktober 2010 dan (B) tanggal 3 November 2010, pada arah rekaman N (C) tanggal 26 Oktober 2010 dan (D) tanggal 3 November 2010



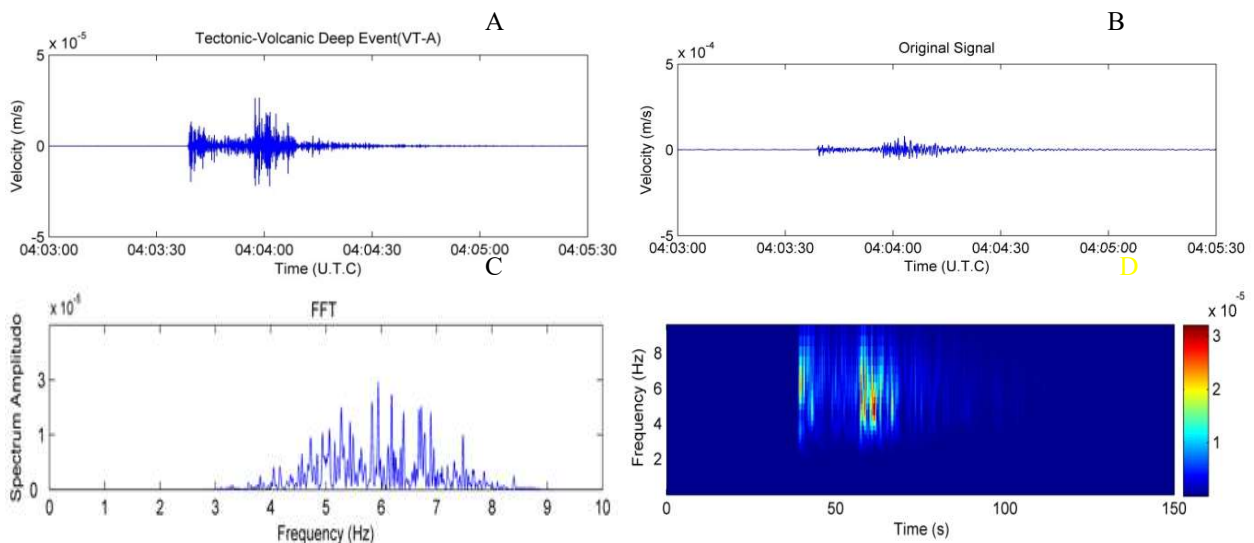
Gambar 12 (A) sinyal original dari gempa tremor vulkanik, (B) hasil dekomposisi *wavelet* db5 detail 1 untuk karakteristik gempa tremor vulkanik pada 3 November 2010, (C) Hasil spectrogram, dan (D) hasil FFT

a. Event Gempa Tremor

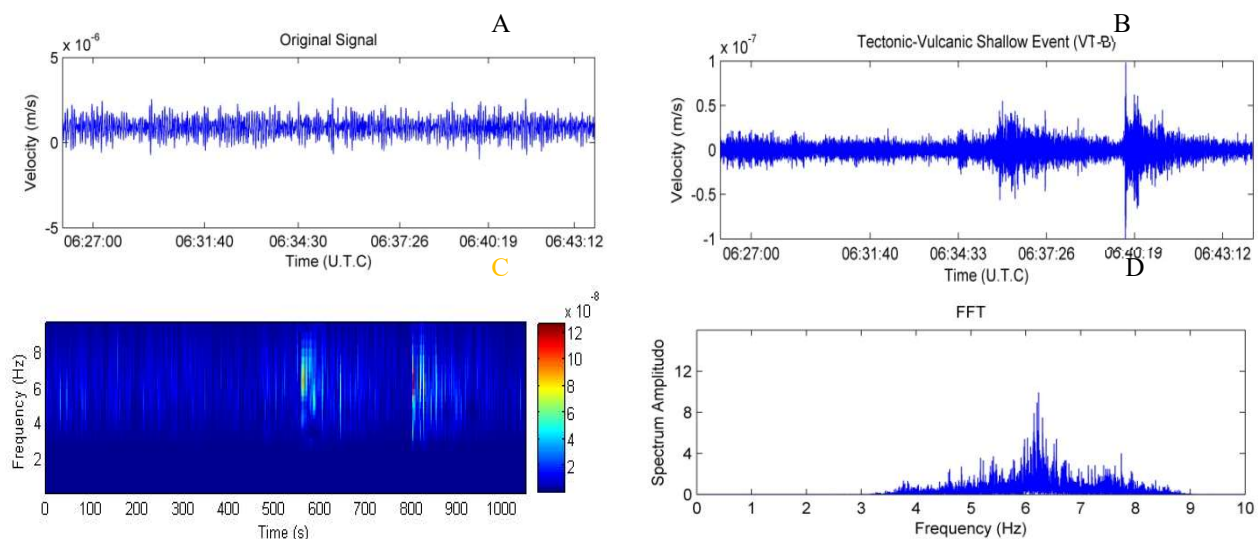
Karakteristik gempa tremor yang didapatkan seperti pada Gambar 12. Pada Gambar 12 berdasarkan pada bentuk gempa vulkanik menurut (Wasserman, 2002) dalam (Bormann, 2009) merupakan hasil karakteristik gempa tremor vulkanik yang terekam di Stasiun Wanagama. Gempa ini terjadi pada tanggal 3 November 2010 pukul 07:30WIB, selama 18 menit dengan kandungan frekuensi 0,94-2,49 Hz.

b. Gempa Vulkanik Dalam (VT-A)

Karakteristik gempa vulkanik dalam yang didapatkan seperti pada Gambar 13.



Gambar 13 (A) Karakteristik rekaman sinyal asli dari gempa vulkanik dalam (VT-A), (B) hasil karakteristik gempa vulkanik dalam (VT-A) dengan dekomposisi *wavelet db5* didetail 1 3 November 2010, (C) hasil menggunakan *spectrogram*, dan (D) hasil FFT

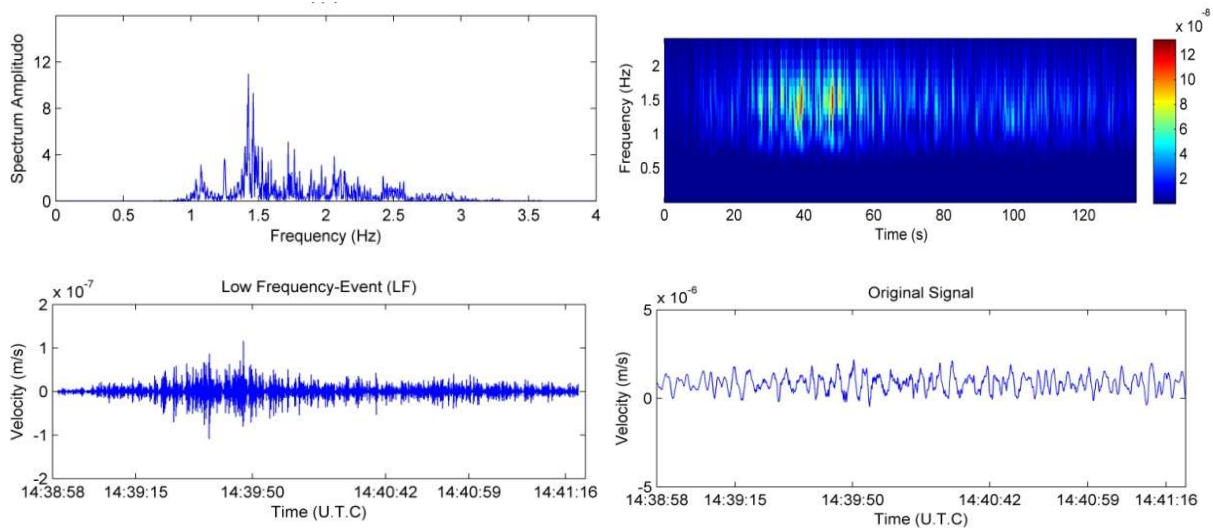


Gambar 14 (A) Karakteristik sinyal asli gempa vulkanik dalam (VT-B) yang terjadi pada 3 November 2010, (B) hasil karakteristik gempa vulkanik dangkal (VT-B) menggunakan dekomposisi *wavelet db5* detail 1, (C) hasil menggunakan *spectrogram*, dan (D) hasil FFT

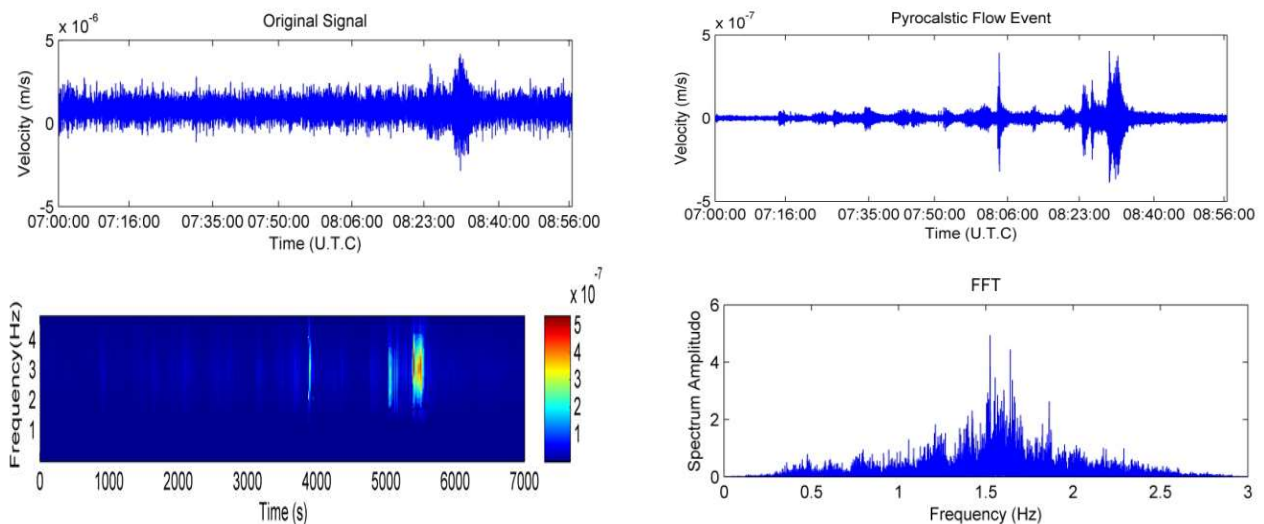
Gambar 13 merupakan salah satu hasil dekomposisi *wavelet* dan merupakan gempa vulkanik dalam (VT-A) saat letusan Merapi 2010 di gunung Merapi dan hasil VT-A tersebut juga terekam pada data PVMBG. Gempa ini terjadi pada pukul 11:03 WIB, selama 60 detik dan kandungan frekuensinya 4,125-8 Hz.

c. Gempa Vulkanik Dangkal (VT-B)

Karakteristik gempa vulkanik dangkal yang didapatkan seperti pada Gambar 14. Gambar 14 merupakan hasil karakteristik *event* gempa vulkanik dangkal (VT-B) yang terekam pada 3 November 2010. Gempa ini



Gambar 15 (A) Karakteristik sinyal asli *low frequency* data rekaman stasiun Wanagama pada 3 November 2010, (B) hasil karakteristik gempa *low frequency* dengan dekomposisi *wavelet db5* detail 1, (C) hasil menggunakan *spectrogram*, dan (D) hasil FFT



Gambar 16 (A) sinyal asli awan panas, (B) hasil karakteristik awan panas pada Tanggal 3 November 2010 dengan dekomposisi *wavelet db5* didetail 1, (C) hasil menggunakan *spectrogram*, dan (D) hasil FFT

terjadi dua kali yaitu pada pukul 13:27 WIB dan pukul 13:39 WIB, selama 4,8 menit. Frekuensi gempa ini antara 3,8-7,89 Hz. Hasil karakteristik gempa ini mendekati dengan salah satu *event* dengan katalog di PVMBG.

d. Low Frequency

Karakteristik *low frequency* yang didapatkan seperti pada Gambar 15. Gambar 15 didapatkan bentuk sinyal dari gempa *low frequency* berdasarkan data bentuk karakteristik gempa vulkanik menurut (Wasserman, 2002) dalam (Bormann, 2009). Gempa ini terjadi pada tanggal 3 November 2010 tepatnya pukul 21:38:58 WIB, selama 80 detik. Kandungan frekuensi antara 1,1-2,45 Hz.

e. Event Awan Panas

Karakteristik awan panas yang didapatkan seperti pada Gambar 16. Pada Gambar 16 merupakan hasil karakteristik sinyal dari event awan panas yang terekam pada 3 November 2010. *Event* tersebut terjadi pada pukul 14:44 WIB dan terjadi dalam waktu yang sangat lama, yaitu selama 1,5 jam. Kandungan frekuensi antara 0,93-2,3 Hz. Hasil karakteristik sinyal *event* awan panas tersebut menunjukkan hasil yang sama dengan hasil rekaman di Stasiun Imogiri serta catatan aktivitas gempa vulkanik dari PVMBG.

PEMBAHASAN

Pengolahan data seismik *broadband* gunungapi dengan mengimplementasikan

wavelet untuk proses *filtering signal*. Proses *wavelet* dilakukan pada data rekaman seismik *broadband* gunungapi pada Tanggal 26 Oktober 2010 dan 3 November 2010 untuk data arah rekaman E dan N. Hal ini dikarenakan bahwa menurut data PVMBG pada tanggal tersebut terjadi event gempa vulkanik dan terjadi letusan gunungapi. Selain itu menurut (Solikhin et al., 2011) telah terjadi ledakan besar yakni aliran piroklastik hingga 12 Km yang terjadi pada Tanggal 3 November 2010. Untuk itu, dilakukan pengolahan sinyal seismik dengan implementasikan *wavelet* tersebut untuk proses *filtering* pada data rekaman seismik *broadband* pada arah E dan N.

Proses *wavelet* pada data seismik *broadband* rekaman seismograf horizontal dengan Sampling rate 1/20. Dekomposisi *wavelet* yang telah diolah menggunakan *wavelet* daubechies db5 level 5 pada detail 1. Hasilnya menunjukkan bahwa proses dekomposisi *wavelet* daubechies db5 level 5 pada detail secara tepat, tanpa menghilangkan sinyal (informasi) penting yang terkandung dalam sinyal tersebut (Chui, 1992) dan (Graps, 1995)

yang menghasilkan bentuk sinyal berupa *segment-segment event* baik pada data komponen arah E dan N. Hal ini berbeda dengan menggunakan proses filter, hasilnya menunjukkan perbandingan yang sangat signifikan antara proses *filtering* dengan menggunakan *signal band-pass* (0,1-1) Hz, filter *band-pass* (2-4) Hz, filter *band-pass* (3-6) dan dengan filter *band-pass* (4-8) Hz. Dimana proses *filtering* tersebut dihasilkan sinyal seismik *broadband* masih belum menampilkan segmen *event* gempa vulkanik yang terkandung dalam sinyal tersebut. Hal ini dikarenakan masih tertutup *noise* dan tampak dari *event* gempa vulkanik yang tercatat dikatalog PVMBG, hasilnya jumlah *event* gempa vulkanik yang didapatkan salah satunya *event* gempa vulkanik VT-B dan VT-A yang terjadi pada tanggal 3 November 2010 (Solikhin et al., 2011) belum didapatkan dari proses *filtering*.

Sedangkan dengan menggunakan dekomposisi *wavelet* daubechies pada orde 5 (db5) level 5 detail 1, hasil pemisahan *noise*nya menunjukkan bahwa proses memisahkan *noise* yang menutup sinyal tersebut tanpa

Tabel 1 Perbandingan hasil karakteristik event gempa vulkanik pada data seismik gunungapi dengan menggunakan dekomposisi *wavelet* daubechies db 5 level 1 yang terekam di Stasiun Wanagama

Tanggal	Data Rekaman			
	E		N	
	Waktu tercatat (WIB)	Event gempa	Waktu tercatat (WIB)	Event gempa
26 Oktober 2010	07:15	Gempa Tremor Vulkanik	07:15	Gempa Tremor Vulkanik Low Frekuensi
	09:55	Low Frekuensi	09:55	Multi phase
	20:11	Multi phase	20:11	Gempa Vulkanik dangkal (VT-B)
	22:00	Gempa Vulkanik dangkal (VT-B)	22:00	Gempa Vulkanik dalam (VT-A)
	10:29	Gempa Vulkanik dalam (VT-A)	10:29	
	17:05	Awan Panas	17:05	Awan Panas
3 November 2010	07:30	Gempa Tremor Vulkanik	07:30	Gempa Tremor Vulkanik Low Frekuensi
	21:38	Low Frekuensi	21:38	Multi phase
	17:19	Multi phase	17:19	Gempa Vulkanik dangkal (VT-B)
	13:27 dan 13:39	Gempa Vulkanik dangkal (VT-B)	13:27 dan 13:39	Gempa Vulkanik dalam (VT-A)
	11:03	Gempa Vulkanik dalam (VT-A)	11:03	
	14:44	Awan Panas	14:44	Awan Panas

menghilangkan sinyal atau informasi yang terkandung dalam sinyal tersebut. Hal ini dibuktikan dengan diduplikasinya *segment-segment* dan dikarakteristik bentuk gempa vulkanik yang berdasarkan pada data rekaman kejadian waktu dari PVMBG dan bentuk gempa vulkanik menurut (Wasserman, 2002) dan Minakami (1976) dalam (Bormann, 2009). Hasil karakteristik tersebut diduplikasinya *event* gempa vulkanik yakni VT-A, VT-B dan aliran piroklastik yang terjadi pada Tanggal 3 November (Solikhin et al., 2011) pada data rekaman arah E dan N. Hasil karakteristik bentuk event yang didapatkan pada data rekaman arah E dan N menunjukkan bentuk yang sama dengan bentuk karakteristik event gempa vulkanik berdasarkan bentuk event menurut (Wasserman, 2002) dalam (Bormann, 2009). Sedangkan untuk membuktikan frekuensi yang dikandung dari *event* gempa vulkanik tersebut dilakukan proses FFT. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai *range* frekuensi yang diperoleh juga menunjukkan hasil yang mendekati sama dengan hasil Minakami (1974). Adapun keseluruhan hasil dari *wavelet* dengan dekomposisi *wavelet* daubechies pada orde 5 (db5) level 5 detail 1 disajikan dalam Tabel 1.

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa *wavelet* dapat mereduksi *noise* yang digunakan untuk proses filtering pada data sesimik gunungapi, hal ini tampak bahwa *wavelet* mampu mengurai data rekaman seismik *broadband* yang memiliki jangkauan frekuensi yang panjang dengan diduplikasinya event gempa vulkanik baik pada data rekaman arah E dan N. Sehingga dapat tarik hasil bahwa proses *wavelet* dapat dijadikan alternatif dalam proses *filtering* dalam pengolahan sinyal seismik *broadband* gunungapi.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut:

1. Telah dilakukan proses penguraian *noise* dengan menggunakan dekomposisi *wavelet* daubechies pada data seismik *broadband* gunungapi rekaman dari

Stasiun Wanagama komponen arah E dan N. Hasilnya didapatkan sinyal tampak *segment-segment event* baik pada komponen arah E dan N.

2. Proses *wavelet* tersebut menggunakan dekomposisi *wavelet* db5 level 5 detail 1. Proses tersebut didapatkan *segment-segment event* yang merupakan gempa vulkanik dengan mengacu pada data katalog gempa di PVMBG, jenis gempa vulkanik menurut T.Minakami dan Wasserman baik pada arah E dan arah N.
3. Hasil perbandingan kedua karakteristik pada event gempa vulkanik dengan menggunakan dekomposisi *wavelet* daubechies db 5 pada level 5 detail 1 pada sinyal rekaman arah E dan N diperoleh hasil sinyal *event* yang sama dengan waktu yang dan frekuensi yang sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan kali peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktur Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi atas pembiayaan dana penelitian Tahun Anggaran 2019, BPPTKG dan Departemen Fisika Universitas Gadjah Mada sehingga penelitian dapat terlaksana dan selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Bormann, P. (2009). New Manual of IASPEI Seismological Observatory Practice. *New Manual of IASPEI Seismological Observatory Practice (NMSOPM)*, 1(2002), 1162. <https://doi.org/10.2312/GFZ.NMSOP>
- Chui, C. K. (1992). *An Introduction to Wavelets* (volume 1). Texas A&M University, College Station, Texas:Academic Press.
- Daubechies, I. (1992). Ten Lectures of Wavelets. *Springer-Verlag*, 357. http://books.google.nl/books?id=NxnH48rS9jQC&printsec=frontcover&dq=intitle:Ten+Lectures+of+Wavelets&hl=&cd=1&source=gbs_api%5Cnpapers3://publication/uuid/533E5F2A-F9F5-4D8E-BFF2-A87A8228FE0B

- Graps, A. (1995). An Introduction to Wavelets. *IEEE Computational Science and Engineering*, 2(2), 50–61.
- Handoko, W., T, Ardianto, Eka, & Safriliyant, E. (2011). Analisis Dan Implementasi Image Denoising dengan Metode Normal Shrink sebagai Wavelet Thresholding Analysis. *Jurnal Teknologi Informasi DINAMIK*, 16(1), 56–63.
- Hatmojo, Y. I. (2014). Implementasi wavelet haar dan jaringan tiruan pada pengolahan selaput pelangi mata. *Jurnal Jnteti*, 3(1), 58–62.
- Kawakatsu, H., & Yamamoto, M. (2015). Volcano Seismology. In *Treatise on Geophysics: Second Edition* (Vol. 4). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53802-4.00081-6>
- Ratna, D., & Khukmiati, H. (2004). Penerapan Transformasi Wavelet Diskrit Untuk Reduksi Noise Pada Citra Digital. *Limits: Journal of Mathematics and Its Applications*, 1(1), 47–57. <https://doi.org/10.12962/j1829605x.v1i1.1350>
- Robi'in, B. (2017). Analisis Dekomposisi Wavelet Pada Pengenalan Pola Lurik Dengan Metode Learning Vector Quantization. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(2), 153–160. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v9i2.133.153-160>
- Solikhin, A., Gunawan, H., Surono, S., & Jousset, P. (2011). Volcanic tremor analysis during Merapi 2010 explosion sequences. *EGU General Assembly*, 13, 13937.
- Sriani, Ikhwan, A., & Yusnidah. (2017). Aplikasi Metode Transformasi Wavelet Diskrit. *Jurnal Ilmiah Saintikom*, 16(1), 31–40.
- Suma'inna, S., & Gumilar, G. (2013). Implementasi Transformasi Wavelet Daubechies pada Kompresi Citra Digital. *Jurnal Cauchy*, 2(4), 211–215. <https://doi.org/10.18860/ca.v2i4.3117>
- Sunjoyo, Andriani, L., Santosa, Gunawan, R., & Nugraha, K. A. (2016). Implementasi Transformasi Haar Wavelet untuk Deteksi Citra Jeruk Nipis yang Busuk. *Jurnal Informatika*, 12(2), 165–173. <https://doi.org/10.21460/inf.2016.122.498>
- Wasserman, J. (2002). Volcano Seismology. *Treatise on Geophysics*, 4, 389–420. <https://doi.org/10.1016/B978-044452748-6.00073-0>