

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
MOTTO	vii
PERSEMBAHAAN.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Perangkat Lunak.....	4
1.7 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 <i>Ambient Noise</i> Gelombang Seismik	6
2.2 <i>Kompleksitas</i>	8
2.3 <i>Entropy</i>	9
2.4 <i>Shannon Entropy</i>	9
2.5 <i>Permutation Entropy (PE)</i>	10
2.6 <i>Filtering</i>	14
BAB III DATA DAN METODOLOGI	15
3.1 Data	15

3.1.1	Gunung Redoubt.....	15
3.1.2	Gunung Merapi.....	17
3.2	Metodologi	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		21
4.1	<i>Permutation Entropy</i> Gunung Redoubt.....	21
4.1.1	Hubungan Aktivitas Vulkanik Gunung Redoubt dengan <i>Permutation Entropy</i>	24
4.1.2	Interpretasi.....	37
4.2	<i>Permutation Entropy</i> Gunung Merapi.....	39
4.2.1	Hubungan Aktivitas vulkanik gunung Merapi dengan <i>Permutation Entropy</i>	46
4.2.2	Interpretasi.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	53
DAFTAR PUSTAKA.....		54
LAMPIRAN.....		56
LAMPIRAN A.....		56
LAMPIRAN B		58
LAMPIRAN C		59

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rentang frekuensi ambient <i>noise</i> berdasarkan sumbernya (Correig et al., 2002).....	6
---	---

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk seismogram yang terekam oleh stasiun CAD pada saat hari badai (a) dan hari tenang (b). Kekuatan spektrum dari hari badai (a) dan hari tenang (b) di tunjukkan oleh gambar (c) (Correig et al., 2002).....	7
Gambar 2.2	Ilustrasi dari urutan pola dengan panjang $m=4$. Lingkaran biru penuh dan garis kontinyu menjelaskan urutan $x_0 < x_2 < x_3 < x_1$ dengan pola permutasi $\pi = (0231)$ (Zanin et al., 2012).	11
Gambar 2.3	Hasil percobaan perhitungan <i>permutation entropy</i> pada 4 jenis perilaku sistem kompleks yaitu (a) Tunak, (b) Periodik, (c) Kompleks, dan (d) Acak.).	13
Gambar 3.1	Lokasi gunung yang terbentuk pada barisan vulkanik Alaska (<i>Alaska Volcano Observatory</i> , 2019).....	15
Gambar 3.2	Lokasi stasiun seismik IRIS yang dipasang pada badan/tubuh gunung Redoubt, Alaska (<i>Alaska Volcano Observatory</i> , 2019).	16
Gambar 3.3	Lokasi stasiun seismik pada jaringan DOMERAPI yang terpasangan disekitar gunung Merapi (Metaxian, Surono, Widiyantoro, 2018).	17
Gambar 3.4	Lokasi stasiun Kaliurang dan stasiun Lendong (Metaxian, Surono, Widiyantoro, 2018).	18
Gambar 3.5	Diagram alir pengolahan metode <i>permutation entropy</i>	20
Gambar 4.1	Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Redoubt dengan <i>embedding parameter</i> (a) $m=3$ dan $L=3,4,5$ (b) $m=4$ dan $L=3,4,5$ (c) $m=5$ dan $L=3,4,5$ (d) $m=6$ dan $L=3,4,5$. Garis vertikal merah menunjukkan waktu erupsi pada tanggal 22 Maret 2009.....	23
Gambar 4.2	Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Redoubt dengan parameter <i>embedding dimension</i> $m=6$ dan <i>embedding delay</i> $L=3$. Garis vertikal merah menunjukkan waktu erupsi pada tanggal 22 Maret 2009.	23

Gambar 4.3	Grafik aktivitas vulkanik gunung Redoubt pada 1 Januari – 31 Mei 2009 berdasarkan kode alert level (<i>Alaska Volcano Observatory</i> , 2019).....	28
Gambar 4.4	Grafik jumlah <i>event</i> yang terjadi pada Januari (a), Februari (b), Maret (c), April (e), dan Mei (e) 2009.....	30
Gambar 4.5	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 25 Januari 2009.....	30
Gambar 4.6	Bentuk sinyal swarm (a) dan spektrogram (b) pada 27 Januari 2009.....	31
Gambar 4.7	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 30 Januari 2009.....	31
Gambar 4.8	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 6 Februari 2009.....	32
Gambar 4.9	Bentuk sinyal LF (a) dan spektrogram (b) pada 23 Februari 2009	32
Gambar 4.10	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 24 Februari 2009.....	33
Gambar 4.11	Bentuk sinyal swarm (a) dan spektrogram (b) pada 27 Februari 2009.....	33
Gambar 4.12	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 15 Maret 2009.....	34
Gambar 4.13	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 23 Maret 2009.....	34
Gambar 4.14	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 27 Maret 2009.....	35
Gambar 4.15	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 30 Maret 2009.....	35
Gambar 4.16	Bentuk sinyal swarm (a) dan spektrogram (b) pada 31 Maret 2009.....	36
Gambar 4.17	Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 4 April 2009.....	36

Gambar 4.18 Bentuk sinyal tremor vulkanik (a) dan spektrogram (b) pada 6 Mei 2009.....	37
Gambar 4.19 Pola <i>forbidden patterns</i> yang muncul pada grafik nilai <i>permutation entropy</i> gunung Redoubt yang ditunjukkan oleh kotak kuning.....	38
Gambar 4.20 Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Merapi dengan <i>embedding parameter</i> (a) $m=3$ dan $L=3,4,5$ (b) $m=4$ dan $L=3,4,5$ (c) $m=5$ dan $L=3,4,5$. Garis vertikal merah menunjukkan waktu erupsi pada tanggal 27 Maret 2014.....	41
Gambar 4.21 Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Merapi dengan <i>lowpass filter</i> 1 Hz dan <i>embedding parameter</i> (a) $m=3$ dan $L=3,4,5$ (b) $m=4$ dan $L=3,4,5$ (c) $m=5$ dan $L=3,4,5$. Garis vertikal merah menunjukkan waktu erupsi pada tanggal 27 Maret 2014.....	42
Gambar 4.22 Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Merapi dengan parameter <i>embedding dimension</i> $m=5$ dan <i>embedding delay</i> $L=3$. Garis vertikal merah menunjukkan waktu erupsi pada tanggal 27 Maret 2014.....	43
Gambar 4.23 Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Merapi dengan <i>embedding parameter</i> (a) $m=3$ dan $L=3,4,5$ (b) $m=4$ dan $L=3,4,5$ (c) $m=5$ dan $L=3,4,5$. Garis vertikal merah menunjukkan waktu erupsi pada tanggal 27 Maret 2014.....	44
Gambar 4.24 Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Merapi dengan <i>lowpass filter</i> 1 Hz dan <i>embedding parameter</i> (a) $m=3$ dan $L=3,4,5$ (b) $m=4$ dan $L=3,4,5$ (c) $m=5$ dan $L=3,4,5$. Garis vertikal merah menunjukkan waktu erupsi pada tanggal 27 Maret 2014.....	45
Gambar 4.25 Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Merapi dengan parameter <i>embedding dimension</i> $m=5$ dan <i>embedding delay</i> $L=3$. Garis vertikal merah menunjukkan waktu erupsi pada tanggal 27 Maret 2014.....	46
Gambar 4.26 Grafik jumlah event yang terjadi pada tahun 2013 (Wunderman R, 2014).....	48
Gambar 4.27 Grafik jumlah event yang terjadi pada tahun 2014 (Wunderman R, 2014).....	48

Gambar 4.28	Grafik <i>permutation entropy</i> gunung Merapi stasiun Kaliurang pada bulan Juli 2013 (a), stasiun Lendong pada Februari 2014(b) dan stasiun Kaliurang pada 2-3 Juli 2013 (c) dengan <i>embedding parameter</i> $m=5$ dan $L=3$	51
Gambar 4.29	Variasi temporal nilai <i>permutation entropy</i> untuk stasiun LBH selama bulan Juni-Oktober 2010 (Sudibyo et al., 2017)	52