



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**PEMODELAN GELOMBANG SEISMIK VULKANIK GUNUNG MERAPI DENGAN PERSAMAAN  
NIKOLAEVSKIY**

DIMAS TAUFIQ RIDLO, Nikolaevskiy Equation, Volcanic Earthquakes, Autocorrelation.

Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>iv</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xiv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II. KAJIAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Geologi Gunung Merapi .....	4
2.2 Penelitian Sebelumnya .....	4
2.3 Gempa Vulkanik .....	6
2.3.1 Gempabumi Vulkanik-Tektonik (dalam dan dangkal) .....	6
2.3.2 Gempabumi Low-Frekuensi (LF) .....	7
2.3.3 Gempabumi Multi-Phase (MP) .....	8
2.3.4 Tremor Vulkanik .....	9
<b>BAB III DASAR TEORI</b> .....	<b>10</b>
3.1 Gelombang Seismik .....	10
3.2 Persamaan Gelombang Seismik.....	12
3.3 Persamaan Nikolaevsky .....	13
3.3.1 Persamaan Nikolaevskiy tanpa Orde 3 dan 5.....	14
3.3.2 Persamaan Nikolaevskiy dengan Orde 3 dan 5.....	16
3.4. Metode <i>Exponential Time Differencing</i> ETD.....	17
3.5. Metode <i>Pseudo Spectral</i> .....	19
3.6 Analisis Sinyal .....	21
<b>BAB IV. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
4.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	22
4.2 Jenis Data .....	22
4.3 Peralatan Penelitian.....	24
4.4 Metode Pengolahan Data .....	25
4.4.1 Pengolahan Data Model Persamaan Nikolaevskiy .....	25

4.4.2 Pengolahan Data Gempabumi Vulkanik .....	29
4.4.3 Data Gempabumi Vulkanik dan Data Model Persamaan Nikolaevskiy .....	31
<b>BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
5.1. Hasil Penyelesaian Numerik dan Analisis Sinyal dengan Model Persamaan Nikolaevskiy .....	32
5.1.1. Fluktuasi Sinyal dengan Model Persamaan Nikolaevskiy.....	32
5.1.2. Hasil Analisis Autokorelasi Sinyal dengan Model Persamaan Nikolaevskiy.....	33
5.1.3. Grafik antara Parameter Kendali ( ) dengan Hasil Analisis Autokorelasi Sinyal Model Persamaan Nikolaevskiy	35
5.2. Hasil Analisis Sinyal Seismik Merapi .....	40
5.2.1. Fluktuasi Sinyal Seismik Merapi .....	40
5.2.2. Hasil Analisis Autokorelasi Sinyal Seismik Merapi .....	42
5.2.3. Grafik hasil analisis autokorelasi sinyal seismik Merapi .....	44
5.3. Pembahasan perbandingan model persamaan Nikolaevskiy dengan Seismik Merapi .....	48
<b>BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>50</b>
6.1. Kesimpulan .....	50
6.2. Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b>	Gempabumi tipe VT-A dengan frekuensi tinggi dan durasi sinyal yang singkat sehingga waktu tiba gelombang P dan S yang terlihat jelas .....	7
<b>Gambar 2.2.</b>	Seismogram untuk gempabumi vulkanik-Tektonik dangkal (VT-B) dengan frekuensi dominan (> 4 Hz) dan waktu tiba gelombang S yang tidak terlihat jelas .....	7
<b>Gambar 2.3.</b>	a) Contoh gempabumi LF yang direkam di Merapi, Indonesia dengan frekuensi dominan sekitar 1 Hz. .... b) Contoh gempabumi LF yang direkam pada 2 posisi berbeda pada Gunungapi Redoubt, Alaska .....	8 8
<b>Gambar 2.4.</b>	Gempabumi MP yang memperlihatkan pertumbuhan kubah lava .....	9
<b>Gambar 2.5.</b>	Sinyal Explosif dalam sinyal tremor vulkanik pada gunungapi tipe strombolian.....	9
<b>Gambar 3.1</b>	Pola Penjalaran Gelombang P.....	10
<b>Gambar 3.2</b>	Pola Penjalaran Gelombang S.....	11
<b>Gambar 3.3</b>	Pola Penjalaran Gelombang Reyleigh.....	11
<b>Gambar 3.4</b>	Pola Penjalaran Gelombang Love.....	12
<b>Gambar 3.5</b>	Hubungan dispersi $\omega(k)$ dari persamaan Nikolaevskiy. Dimana nilai $r = 0.05, 0, \text{ dan } -0.05$ , berurutan dari atas ke bawah.....	15
<b>Gambar 4.1.</b>	Peta Pemasangan Seismometer di Gunung Merapi.....	23
<b>Gambar 4.2.</b>	Gambar 4.2. Spesifikasi Seismometer <i>Guralp CMG-40TD</i> .....	24
<b>Gambar 4.3.</b>	Diagram Alur Penelitian untuk Pengolahan Data Komputasi dari Persamaan Nikolaevskiy .....	26
<b>Gambar 4.4.</b>	Contoh Data Komputasi Persamaan Nikolaevskiy .....	27
<b>Gambar 4.5.</b>	Diagram alur penelitian untuk pengolahan data seismik vulkanik.....	29
<b>Gambar 5.1</b>	a). Plot Data Nikolaevskiy untuk $\varepsilon = 0,01$ , b). Plot Data Nikolaevskiy untuk $\varepsilon = 0,05$ , c). Plot Data Nikolaevskiy untuk $\varepsilon = 0,1$ , d). Plot Data Nikolaevskiy untuk $\varepsilon = 0,5$ . ....	33
<b>Gambar 5.2</b>	a). Plot Data Autokorelasi Persamaan Nikolaevskiy untuk $\varepsilon = 0,01$ , b). Plot Data Autokorelasi Persamaan Nikolaevskiy untuk $\varepsilon = 0,05$ , c). Plot Data Autokorelasi Persamaan Nikolaevskiy untuk $\varepsilon = 0,1$ , d). Plot Data Autokorelasi Persamaan Nikolaevskiy untuk $\varepsilon = 0,5$ . ....	34
<b>Gambar 5.3</b>	Grafik Hubungan antara $\varepsilon$ vs $\tau_{KWW}^{-1}$ .....	36
<b>Gambar 5.4</b>	Grafik Hubungan antara $\varepsilon$ vs $\varphi$ .....	37
<b>Gambar 5.5</b>	<i>Moving Average</i> Grafik Hubungan antara $\varepsilon$ vs $\varphi$ .....	37
<b>Gambar 5.6</b>	Fluktuasi sinyal gempa vulkanik dalam (VT A) .....	39
<b>Gambar 5.7</b>	Fluktuasi sinyal gempa vulkanik dangkal (VT-B) .....	40
<b>Gambar 5.8</b>	Fluktuasi sinyal gempa tremor .....	40



<b>Gambar 5.9</b>	Fluktuasi sinyal gempa campuran .....	40
<b>Gambar 5.10</b>	Grafik Hasil Autokorelasi(Q) vs Waktu Korelasi ( $\tau$ ) dengan pencocokan fungsi persamaan (4.1) .....	41
<b>Gambar 5.11</b>	Grafik Hasil Autokorelasi(Q) vs Waktu Korelasi ( $\tau$ ) dengan pencocokan fungsi persamaan (4.2) .....	42
<b>Gambar 5.12</b>	Grafik Hubungan antara Kecepatan dengan Invers Waktu Korelasi ( $\tau_{KWW}^{-1}$ ), (a). Gempa Vulkanik Dalam (VT-A), (b). Gempa Vulkanik Dangkal (VT-B), (c). Gempa Tremor dan (d). Gempa Campuran .....	44
<b>Gambar 5.13</b>	Grafik Hubungan antara Amplitudo Maksimum dengan Kohlrausch Eksponen ( $\varphi$ ), (a). Gempa Vulkanik Dalam (VT-A), (b). Gempa Vulkanik Dangkal (VT-B), (c). Gempa Tremor dan (d). Gempa Campuran.....	46



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Katalog Aktivitas Seismik Gunung Merapi .....	31
<b>Tabel 5.1</b> Tabel Hubungan Kecepatan Sinyal dengan Waktu Korelasi .....	47
<b>Tabel 5.2</b> Amplitudo Maksimum dengan Kohlrausch Eksponen ( $\varphi$ ).....	49



UNIVERSITAS  
GADJAH MADA

**PEMODELAN GELOMBANG SEISMIK VULKANIK GUNUNG MERAPI DENGAN PERSAMAAN  
NIKOLAEVSKIY**

DIMAS TAUFIQ RIDLO, Nikolaevskiy Equation, Volcanic Earthquakes, Autocorrelation.

Universitas Gadjah Mada, 2016 | Diunduh dari <http://etd.repository.ugm.ac.id/>

**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN 1.</b> Katalog Aktivitas Seismik Gunung Merapi.....	53
<b>LAMPIRAN 2.</b> <i>Source Code</i> Analisis Sinyal Autokorelasi.....	54