

KLASIFIKASI GEMPA DAN TREMOR GUNUNG SEMERU DENGAN SISTEM BERBASIS FUZZY LOGIC

TUGAS AKHIR

HAIKAMAN JUDUL

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

oleh :

RATRI ANDINISARI

0810930053-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

KLASIFIKASI GEMPA DAN TREMOR GUNUNG SEMERU DENGAN SISTEM BERBASIS FUZZY LOGIC

DIPERIKSA DAN DISAHKAN Oleh :
RATRI ANDINISARI
0810930053-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

Pembimbing II

Sukir Maryanto, Ph.D
NIP. 19710621 199802 1 001

Ahmad Nadhir, Ph.D
NIP. 19741203 199903 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Fakultas MIPA Universitas Brawijaya

Adi Susilo, Ph.D
NIP. 19631227 199103 1 002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : RATRI ANDINISARI
NIM : 0810930053-93
Jurusan : FISIKA
Penulis Tugas Akhir berjudul :

KLASIFIKASI GEMPA DAN TREMOR GUNUNG SEMERU DENGAN SISTEM BERBASIS FUZZY LOGIC

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini.
2. Apabila dikemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, Juli 2012
Yang menyatakan,

(Ratri Andinisari)
NIM. 0810930053-93

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KLASIFIKASI GEMPA DAN TREMOR GUNUNG SEMERU DENGAN SISTEM BERBASIS FUZZY LOGIC

ABSTRAK

Telah dilakukan perancangan sistem berbasis *fuzzy logic* yang mampu mengklasifikasi gempa dan tremor vulkanik yang dihasilkan Gunungapi Semeru. Sistem ini disusun dengan memanfaatkan parameter dari tiap event vulkanik yang ada, yaitu durasi, frekuensi, dan S-P time. Parameter-parameter tersebut kemudian dibagi dalam 5 rentang, yang masing-masing diwakili oleh himpunan fuzzy dengan linguistic variable tertentu. Karakter tiap event vulkanik kemudian dideskripsikan dengan linguistic variable yang ada pada tiap parameter melalui 14 rule yang berbeda.

Dari hasil validasi sistem berdasarkan klasifikasi secara manual, didapatkan prosentase kesesuaian sebesar 86,21% untuk Gempa Letusan, 77,78% untuk Tremor Vulkanik, 50% untuk Gempa Vulkanik Dalam (VA) dan 25% untuk Gempa Vulkanik Dangkal (VB).

Kata Kunci : gempa vulkanik, tremor, klasifikasi, fuzzy logic

CLASSIFICATION OF VOLCANIC EARTHQUAKE AND TREMOR OF SEMERU VOLCANO USING FUZZY-BASED SYSTEM

ABSTRACT

A fuzzy-based system has been designed to classify volcanic event of Semeru Volcano. The basic idea of the system is classifying volcanic event by duration, frequency, and S-P extracted from the occurring volcanic event. Those parameters will be considered as input for the fuzzy system. Each parameter is divided into 5 ranges that represent a certain linguistic variable. The characters of each volcanic event are built upon the existing linguistic variable by using 14 different rules.

The system is validated by comparing its result with manual classification result. The suitability level of the system result is 86,21% for Volcanic Earthquake, 77,78% for Volcanic Tremor, 50% for Minakami-A Type earthquake, and 25% for Minakami-B Type earthquake.

Keyword : volcanic earthquake, tremor, classification, fuzzy logic

KATA PENGANTAR

Assalamuallaikum Wr.Wb,

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “*Klasifikasi Gempa dan Tremor Gunung Semeru Dengan Sistem Berbasis Fuzzy Logic*” sebagai jalan untuk menyelesaikan pendidikan S-1 di Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya.

Dalam kesempatan yang ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu (Wahyu Purwaningtyastuti) dan Bapak (Budi Priyono) yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis.
2. Bapak Adi Susilo, M.Si,Ph.D selaku Ketua Jurusan Fisika dan sebagai pembimbing akademik penulis yang telah meluangkan waktunya dan memberikan perhatian serta arahan selama menempuh pendidikan S-1.
3. Bapak Sukir Maryanto, Ph.D selaku pembimbing I yang selalu memberi kesediaan waktu dan perhatian selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Ahmad Nadhir, Ph.D selaku pembimbing II yang selalu memberi kesediaan waktu dan perhatian selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Segenap Dosen Jurusan Fisika khususnya dan Fakultas MIPA umumnya yang telah memberi banyak ilmu selama penulis menempuh pendidikan strata I.
6. Seluruh Karyawan Jurusan Fisika dan Fakultas MIPA yang sangat membantu dalam berbagai urusan administrasi.
7. Seluruh mahasiswa Fisika UB, terutama angkatan 2008.
8. Teman-teman terbaik penulis, Mbak Cholisina, Mas Ubaidilah, Mbak Icut, Galang, dan Yazid yang bersedia menjawab segala pertanyaan penulis dan rela menjadi rekan penulis dalam berdiskusi.
9. Bela, dan sahabat lainnya yang dimiliki penulis; Yuniar, Nurul, Yumni, Septa, Fafa, Theta, Kenzarah, Sukainah, dan Nelly, yang senantiasa memberikan semangat dan hiburan selama penyusunan tugas akhir ini.

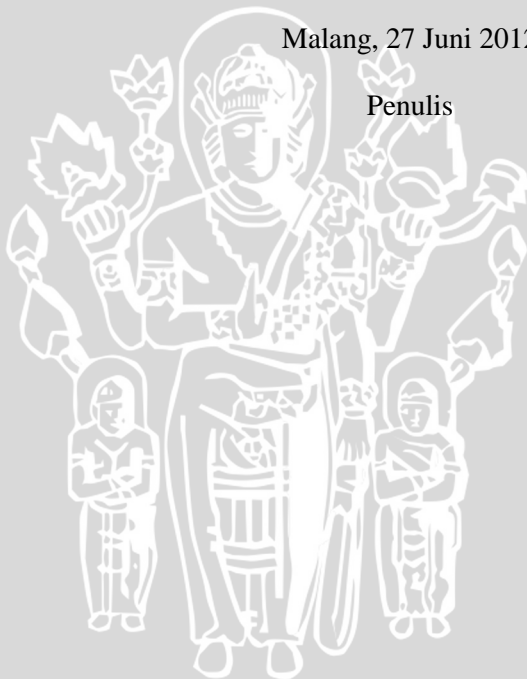
10. Semua pihak yang telah membantu, sedikit atau banyak, sengaja atau tidak sengaja, masing-masing punya peran dalam penulisan karya ini, walau tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Tak ada yang sempurna di dunia ini. Demikian pula dengan penulisan Tugas Akhir yang penulis yakin masih banyak kesalahan dan kekurangan. Oleh karenanya penulis memohon maklum serta saran yang membangun.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, terutama bagi teman-teman mahasiswa yang mendalami ilmu geofisika. Amin.

Malang, 27 Juni 2012

Penulis



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | |
| 2.1 Kondisi Geografis dan Geologis G.Semeru..... | 5 |
| 2.2 Jenis Aktivitas Seismik..... | 5 |
| 2.3 <i>Fuzzy Logic</i> | 8 |
| 2.4 <i>Fuzzy Inference System</i> | 12 |
| 2.5 Transformasi Fourier..... | 13 |
| BAB III METODE PENELITIAN | |
| 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 15 |
| 3.2 Rancangan Penelitian..... | 15 |
| 3.3 Materi Penelitian..... | 15 |
| 3.4 Langkah Penelitian..... | 15 |
| 3.3.1 Pengumpulan Data..... | 17 |
| 3.3.2 Identifikasi Parameter..... | 17 |
| 3.3.3 Penyusunan FIS..... | 22 |
| 3.3.4 Penyusunan Sistem Penunjang..... | 28 |
| 3.3.5 Validasi Sistem..... | 29 |

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Klasifikasi Sistem Berbasis *Fuzzy Logic*..... 33
4.2 Validasi Sistem Dengan Hasil Klasifikasi Manual... 35
4.3 Perbandingan Sistem Hasil Penyusunan Dengan ACVET..... 39

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan..... 41
5.2 Saran..... 41

DAFTAR PUSTAKA..... 43

LAMPIRAN..... 45



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Rekaman seismik gempa vulkanik tipe A..... | 6 |
| Gambar 2.2 | Rekaman seismik gempa vulkanik tipe B..... | 7 |
| Gambar 2.3 | Rekaman seismik gempa letusan..... | 7 |
| Gambar 2.4 | Rekaman seismik tremor vulkanik..... | 8 |
| Gambar 2.5 | Rekaman seismik gempa guguran..... | 8 |
| Gambar 2.6 | Himpunan <i>fuzzy</i> untuk “tinggi” dan “pendek”. Klasifikasi bersifat subjektif. Pada kondisi ekstrim, perbedaan antara kedua kelas sangat terlihat, tetapi terdapat <i>overlap</i> pada kondisi nonekstrim..... | 9 |
| Gambar 2.7 | <i>Membership function</i> (a) untuk himpunan klasik dan (b) untuk himpunan <i>fuzzy</i> | 10 |
| Gambar 2.8 | Operasi pada himpunan <i>fuzzy</i> (a) gabungan (b) irisan (c) komplemen..... | 11 |
| Gambar 2.9 | Contoh diagram <i>Fuzzy Inference System</i> (Anonymous, 2010)..... | 13 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Penelitian..... | 16 |
| Gambar 3.2 | Tampilan <i>software</i> SR900 WWW yang menampilkan sinyal letusan pada tanggal 3 April 2009, pukul 01.34 WIB..... | 18 |
| Gambar 3.3 | (a) sinyal seismik asli, (b) sinyal seismik yang telah melalui <i>band pass filter</i> | 19 |
| Gambar 3.4 | Tampilan sinyal seismik asli dengan P dan S <i>arrival</i> , serta akhir <i>event</i> | 20 |
| Gambar 3.5 | Spektral frekuensi yang didapatkan dari proses FFT sinyal seismik..... | 21 |
| Gambar 3.6 | Tampilan awal <i>Fuzzy Logic Toolbox</i> pada <i>software</i> Matlab R2010a..... | 23 |
| Gambar 3.7 | <i>Membership function</i> untuk tiap himpunan <i>fuzzy</i> yang disusun berdasarkan nilai parameter yang digunakan; (a) untuk parameter durasi, (b) untuk parameter S-P, (c) untuk parameter frekuensi.... | 25 |
| Gambar 3.8 | <i>Membership function</i> dari himpunan <i>fuzzy</i> output | 26 |

Gambar 3.9 Rule yang digunakan dalam FIS. Seluruh rule memiliki *weighting* yang sama yang bernilai 1...26

Gambar 3.10 *Rule Viewer* yang menampilkan keseluruhan proses dalam FIS.....27

Gambar 3.11 Diagram alir dari sistem penunjang klasifikasi gempa dan tremor vulkanik.....30

Gambar 4.1 Perbandingan antara klasifikasi manual dengan klasifikasi event vulkanik menggunakan sistem hasil perancangan.....36

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR TABEL

- Tabel 3.1** Karakter tiap *event* vulkanik Gunungapi Semeru22
- Tabel 3.2** *Linguistic variable* dan rentang nilai masing-masing parameter yang diwakilinya23
- Tabel 3.3** Tabel *rule* yang digunakan jika dikelompokkan menurut bagian *antecedent* dan *consequentnya*.....27
- Tabel 4.1** Hasil Klasifikasi Data Tes Dengan Sistem Berbasis *Fuzzy*.....33
- Tabel 4.2** Rentang setiap humpunan *fuzzy* pada parameter “durasi” beserta rentang *event* vulkanik terkait.....38
- Tabel 4.3** Rentang setiap humpunan *fuzzy* pada parameter “frekuensi” beserta rentang *event* vulkanik terkait...38
- Tabel 4.4** Rentang setiap humpunan *fuzzy* pada parameter “S-P Time” beserta rentang *event* vulkanik terkait.....38



DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------------|---|----|
| Lampiran 1 | Listing Program Sistem Penunjang..... | 45 |
| Lampiran 2 | Listing Program <i>Fuzzy Inference System</i> | 47 |
| Lampiran 3 | Seismogram <i>event</i> vulkanik Gunung Semeru beserta hasil dari analisis spektralnya..... | 49 |
| Lampiran 4 | Hasil identifikasi dan klasifikasi data tes dengan sistem yang telah disusun..... | 53 |

