

TUGAS AKHIR

**KLASIFIKASI SINYAL SEISMİK DENGAN
MENGUNAKAN SHORT-TERM AVERAGE/LONG-TERM
AVERAGE (STA/LTA) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE
(SVM)**



Oleh :

Muhammad Rizal Dwi Yulianto

1462000013

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024**

TUGAS AKHIR

KLASIFIKASI SINYAL SEISMIK DENGAN
MENGUNAKAN SHORT-TERM AVERAGE/LONG-TERM
AVERAGE (STA/LTA) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE
(SVM)

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Komputer di Program Studi Informatika



Oleh :

Muhammad Rizal Dwi Yulianto

1462000013

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT

CLASSIFICATION OF SEISMIC SIGNALS USING SHORT-
TERM AVERAGE/LONG-TERM AVERAGE (STA/LTA) AND
SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

Prepared as partial fulfilment of the requirement for the degree
of Sarjana Komputer at Informatics Department



By :

Muhammad Rizal Dwi Yulianto

1462000013

INFORMATICS DEPARTMENT
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Rizal Dwi Yulianto
NBI : 1462000013
Prodi : S-1 Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : KLASIFIKASI SINYAL SEISMIC DENGAN MENGGUNAKAN SHORT-TERM AVERAGE/LONG-TERM AVERAGE (STA/LTA) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing



Fridy Mandita, S.Kom., M.Sc.
NPP. 20460.15.0648



Dr. Ir. Saiyo, M.Kes., IPU., ASEAN Eng.
NPP. 20410.90.0197

**Ketua Program Studi Informatika
Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya**



Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T.
NPP. 20460.16.0700

Halaman ini sengaja dikosongkan

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR


Nama : Muhammad Rizal Dwi Yulianto
NBI : 1462000013
Prodi : S-1 Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : KLASIFIKASI SINYAL SEISMIC DENGAN MENGG-
UNAKAN SHORT-TERM AVERAGE/LONG-TERM
AVERAGE (STA/LTA) DAN SUPPORT VECTOR
MACHINE (SVM)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.
2. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non - material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.
3. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan hak atas Tugas Akhir ini kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakan integritas akademik di institusi ini dan bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses ole tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan.



Surabaya, 31 Juli 2024


Muhammad Rizal Dwi Yulianto
1462000013

Halaman ini sengaja dikosongkan



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
Jl. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
e-mail : perpus@untag-sby.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASIKARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya,
saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Rizal Dwi Yulianto
NBI/ NPM : 1462000013
Fakultas : Teknik
Program Studi : Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk
memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945
Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-
Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

**Peningkatan Klasifikasi Sinyal Seismik dengan RandomOverSampler dan
SMOTE pada SVM**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty - Free
Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah
dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan
karya ilmiah saya selama tetap tercantum

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945
Pada tanggal : 25 Juli 2024



Yang Menyatakan,

Materai
10000

(Muhammad Rizal Dwi Yulianto)

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

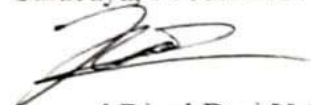
Puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa dan Yang Maha Kuasa yang senantiasa melimpahkan rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “KLASIFIKASI SINYAL SEISMİK DENGAN MENGGUNAKAN SHORT-TERM AVERAGE/LONG-TERM AVERAGE (STA/LTA) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)” sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan masa studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dan mendapatkan gelar sarjana. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan Allah Swt. dan orang tua serta doa dari berbagai pihak dari masa perkuliahan hingga pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah membantu penulis untuk menyelesaikan dengan baik.

Selain itu penulis ingin menyampaikan terimakasih yang mendalam kepada pihak-pihak berikut :

1. Bapak Fridy Mandita, S.Kom., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk, pengarahan, semangat, serta bimbingan yang begitu berarti bagi kelancaran proses Tugas Akhir.
2. Bapak Samsul Huda, S.ST., M.T., Ph.D. selaku dosen wali semester 1 sampai 4 yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama masa studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ini.
3. Ibu Siti Mutrofin, S.Kom., M.Kom. selaku dosen wali semester 5 sampai 7 yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama masa studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ini.
4. Bapak Muhammad Fridaus, S.T., M.Kom. selaku dosen wali semester 8 yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama masa studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya ini.
5. Keluarga tercinta, Ibu selaku orang tua penulis yang selalu memberi dukungan, doa terbaik, dan motivasi hingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
6. Bapak dan Ibu Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah memberikan kemudahan dalam pengurusan administrasi.
7. Teman-teman satu angkatan dan seperjuangan yang telah melewati masa studi bersama di UNTAG Surabaya yang telah memberi dukungan sepenuhnya untuk penulis.
8. Teman-teman satu grup yang tergabung dalam grup yang bernama Yayasan Pak Purnomo S.kom yang telah Bersama-sama Melawati suka duka selama masa studi.
9. Teman-teman di desa krembangan yang selalu memberi dukungan dalam segi moral dan mentalitas untuk penulis.

Dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih banyak kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik untuk membangun kesempurnaan karya ini.

Surabaya, 31 Juli 2024



Muhammad Rizal Dwi Yulianto

1462000013

ABSTRAK

Nama : Muhammad Rizal Dwi Yulianto
Program Studi : S-1 Informatika
Judul : KLASIFIKASI SINYAL SEISMIK DENGAN MENGGUNAKAN SHORT-TERM AVERAGE/LONG-TERM AVERAGE (STA/LTA) DAN SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

Deteksi dini gempa bumi merupakan hal yang penting untuk dilakukan, terutama di wilayah-wilayah yang rentan terhadap aktivitas seismik, seperti gunung berapi. Penelitian tentang deteksi dini gempa bumi telah berkembang pesat, namun sebagian besar penelitian tersebut terfokus pada satu metode analisis tertentu. Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk menggabungkan dua metode, STA/LTA dan SVM, dalam konteks klasifikasi sinyal seismik, khususnya yang berasal dari gunung berapi. Tujuan penelitian ini untuk algoritma *Short-Term Average/Long-Term Average* (STA/LTA) dalam mengolah data sinyal seismic dan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dalam mengklasifikasikan sinyal seismic. Langkah-langkah metodologi melibatkan pengumpulan data seismik dari gunung berapi di Indonesia, pemrosesan data, dan pembagian data menjadi set pelatihan dan pengujian. Implementasi metode SVM dilakukan pada kedua set data, dengan evaluasi dan hasil klasifikasi. Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan sistem deteksi dini yang lebih canggih dan teruji keandalannya. Pemahaman yang lebih baik terhadap fenomena seismik diharapkan dapat membimbing perkembangan teknologi yang mampu mengidentifikasi dan mengklasifikasikan sinyal seismik dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Kata Kunci : deteksi seismic, gunung berapi, STA/LTA, SVM.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : Muhammad Rizal Dwi Yulianto
Department : S-1 Informatika
Title : CLASSIFICATION OF SEISMIC SIGNALS USING SHORT-TERM AVERAGE/LONG-TERM AVERAGE (STA/LTA) AND SUPPORT VECTOR MACHINE (SVM)

Early detection of earthquakes is important, especially in areas that are vulnerable to seismic activity, such as volcanoes. Research on early earthquake detection has grown rapidly, but most of this research has focused on one particular analysis method. Therefore, this research was conducted to combine two methods, STA/LTA and SVM, in the context of seismic signal classification, especially those originating from volcanoes. The aim of this research is the Short-Term Average/Long-Term Average (STA/LTA) algorithm in processing seismic signal data and the Support Vector Machine (SVM) algorithm in classifying seismic signals. The methodological steps involve collecting seismic data from volcanoes in Indonesia, processing the data, and dividing the data into training and test sets. The implementation of the SVM method was carried out on both data sets, with evaluation and classification results. It is hoped that this research can make a significant contribution to the development of an early detection system that is more sophisticated and has proven its reliability. It is hoped that a better understanding of seismic phenomena can guide the development of technology capable of identifying and classifying seismic signals with a high degree of accuracy.

Keywords : *seismic detection, volcano, STA/LTA, SVM.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	v
KATA PENGANTAR.....	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2. Dasar Teori.....	11
2.2.1. Sinyal Seismik.....	11
2.2.2. Machine Learning.....	12
2.2.3. Filtering	13
2.2.4. Google Collab.....	14
2.2.5. Obspy.....	15
2.2.6. Numpy	15
2.2.7. Scikit-learn	15
2.2.8. Smote.....	16
2.2.9. Klasifikasi.....	16
2.2.10. <i>Short-Term Average/Long-Term Average (STA/LTA)</i>	16
2.2.11. Support Vector Machine (SVM)	17
2.2.11.1. Kernel SVM.....	20
2.2.11.2. SVM Multi Kelas.....	21

2.2.12.	Confusion Matrix	22
2.2.13.	Mean Squared Error (MSE).....	23
2.2.14.	Root Mean Squared Error (RMSE)	24
2.2.15.	Random Over Sampler	24
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1.	Bahan dan Perangkat Penelitian.....	25
3.1.1.	Bahan	25
3.1.2.	Perangkat Penelitian	25
3.2.	Obyek Penelitian	26
3.2.1.	Data Seismik yang Belum Diolah.....	26
3.2.2.	Dataset	26
3.3.	Tahapan Penelitian	26
3.3.1.	Pengumpulan Data.....	27
3.3.2.	Preprocessing Data	28
3.3.2.1.	Read Data.....	29
3.3.2.2.	Short-Term Average / Long-Term Average (STA/LTA).....	29
3.3.2.3.	Labelling Data.....	29
3.3.2.4.	Data to Mat Files.....	29
3.3.3.	Membangun Model.....	30
3.3.4.	Evaluasi Model	31
3.3.5.	Analisis Hasil.....	31
3.4.	Skenario Pengujian.....	31
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		33
4.1.	Pengumpulan Data	33
4.2.	Preprocessing Data.....	34
4.2.1.	Filtering.....	34
4.2.2.	Segmentasi.....	34
4.2.3.	STA/LTA.....	36
4.3.	Pemodelan.....	37
4.3.1.	Kernel Linear	41
4.3.2.	Kernel RBF	41
4.3.3.	Kernel Polynomial	42
4.4.	Pengujian Rasio Data	42

4.5. Pengujian Confusion Matrix	44
4.6. Pengujian MSE dan RMSE.....	67
4.7. Hasil Deteksi Sinyal Seismik.....	68
BAB 5. PENUTUP	71
5.1. Kesimpulan	71
5.2. Saran	71
DAFTAR PUSTAKA.....	73

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sinyal Seismic	11
Gambar 2. 2 Skema Sederhana Filter Sumber: (Havis & Fitria, 2018).....	14
Gambar 2. 3 SVM berusaha menemukan hyperlane terbaik yang memisahkan kedua kelas -1 dan +1 Sumber: (Nugroho et al., 2011)	19
Gambar 2. 4 Ilustrasi hyperlane pada dimensi yang lebih tinggi	21
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian.....	27
Gambar 3. 2 Tahap Preprocessing Data	28
Gambar 3. 3 Diagram alir Klasifikasi SVM.....	30
Gambar 4. 1 Sinyal Seismik.....	33
Gambar 4. 2 Sinyal seismik setelah filtering.....	34
Gambar 4. 3 Sinyal seismik 10 detik.....	35
Gambar 4. 4 Sinyal seismik 20 detik.....	35
Gambar 4. 5 Sinyal seismik 30 detik.....	35
Gambar 4. 6 Sinyal seismik 60 detik.....	35
Gambar 4. 7 Hasil plotting data.....	36
Gambar 4. 8 Plot Hyperplane fungsi klasifikasi.....	40
Gambar 4. 9 Clasification report kernel RBF.....	45
Gambar 4. 10 Confusion Matrix kernel RBF	46
Gambar 4. 11 Clasification report kernel RBF dengan Smote	47
Gambar 4. 12 Confusion Matrix kernel RBF dengan Smote	48
Gambar 4. 13 clasification report kernel RBF dengan RandomOverSampler	49
Gambar 4. 14 Confusion Matrix kernel RBF dengan RandomOverSampler.....	50
Gambar 4. 15 clasification report kernel Polynomial.....	51
Gambar 4. 16 Confusion Matrix kernel Polynomial	52
Gambar 4. 17 clasification report kernel Polynomial dengan Smote	53
Gambar 4. 18 Confusion Matrix kernel Polynomial dengan smote	54
Gambar 4. 19 clasification report kernel Polynomial dengan RandomOverSampler.....	55
Gambar 4. 20 Confusion Matrix kernel Polynomial dengan randomoversampler....	56
Gambar 4. 21 clasification report kernel Linear.....	57
Gambar 4. 22 Confusion Matrix kernel linear	58
Gambar 4. 23 clasification report kernel Linear dengan Smote	59
Gambar 4. 24 Confusion Matrix kernel linear dengan smote	60
Gambar 4. 25 clasification report kernel Linear dengan RandomOverSampler	61
Gambar 4. 26 Confusion Matrix kernel linear dengan randomoversampler	62
Gambar 4. 27 Confusion Matrix dari Kernel RBF dengan RandomOverSampler untuk perhitungan.....	63
Gambar 4. 28 Hasil Prediksi Data Baru pada Segmen 10 detik.....	68
Gambar 4. 29 Hasil Prediksi Data Baru pada Segmen 20 detik.....	69
Gambar 4. 30 Hasil Prediksi Data Baru pada Segmen 30 detik.....	69
Gambar 4. 31 Hasil Prediksi Data Baru pada Segmen 60 detik.....	70

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 2. 2 Fungsi Kernel	20
Tabel 2. 3 Confusion Matrix	22
Tabel 3. 1 Skenario Pengujian.....	32
Tabel 4. 1 Data Training.....	33
Tabel 4. 2 Jumlah Segmentasi	35
Tabel 4. 3 Labelling Data	37
Tabel 4. 4 Hyperparameter pembandingan	38
Tabel 4. 5 Contoh Data Perhitungan	38
Tabel 4. 6 Visualisasi Data kedalam Grafik Hyperplane.....	40
Tabel 4. 7 Data Uji untuk Klasifikasi Data	41
Tabel 4. 8 Nilai Akurasi Parameter Terbaik dengan Grid Search.....	41
Tabel 4. 9 Nilai Akurasi Parameter Terbaik dengan Grid Search dan Smote.....	41
Tabel 4. 10 Nilai Akurasi Parameter Terbaik dengan Grid Search.....	42
Tabel 4. 11 Nilai Akurasi Parameter Terbaik dengan Grid Search dan Smote	42
Tabel 4. 12 Nilai Akurasi Parameter Terbaik dengan Grid Search.....	42
Tabel 4. 13 Nilai Akurasi Parameter Terbaik dengan Grid Search dan Smote.....	42
Tabel 4. 14 Hasil Accuracy, Precision, Recall dan fl-score.....	43
Tabel 4. 15 Hasil nilai MSE dan RMSE.....	67

Halaman ini sengaja dikosongkan