

TUGAS AKHIR
KLASIFIKASI STATUS ERUPSI GUNUNG
BERAPI DENGAN MENGGUNAKAN ANALISA
STA/LTA DAN LSTM



Disusun Oleh :
FEBRIANSYAH DW KURNIA WICAKSONO
NBI : 1461900182

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

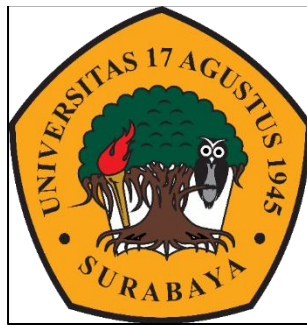
2023

Halaman ini sengaja dikosongkan

TUGAS AKHIR

**KLASIFIKASI STATUS ERUPSI GUNUNG
BERAPI DENGAN MENGGUNAKAN ANALISA
STA/LTA DAN LSTM**

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



Oleh:

Febriansyah Dwi Kurnia Wicaksono

1461900182

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

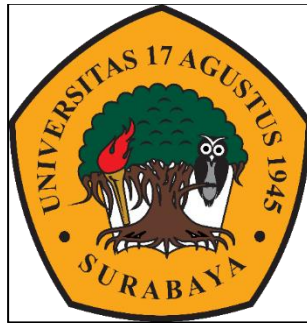
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2023

Halaman ini sengaja dikosongkan

FINAL PROJECT
CLASSIFICATION OF VOLCANIC ERUPTION
STATUS USING STA/LTA ANALYSIS AND
LSTM

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



By:

Febriansyah Dwi Kurnia Wicaksono

1461900182

INFORMATICS DEPARTMENT
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2023

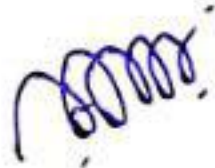
Halaman ini sengaja dikosongkan

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR


Nama : Febriansyah Dwi Kurnia Wicaksono
NBI : 1461900182
Prodi : S1-Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : KLASIFIKASI STATUS ERUPSI GUNUNG
BERAPI DENGAN MENGGUNAKAN
ANALISA STA/LTA DAN LSTM

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing 1**



Fridy Mandita, S.Kom., MSc.
NPP. 20460.15.0648

**Dekan Fakultas Teknik Universitas 17
Agustus 1945 Surabaya**



Dr. Ir. Sajiyono, 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

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Febriansyah Dwi Kumia Wicaksono
NBI : 1461900182
Fakultas/Program Studi : Teknik/Informatika
Judul Tugas Akhir : Klasifikasi Status Erupsi Gunung Berapi Dengan Menggunakan Analisa STA/LTA dan LSTM

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 atau segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orsinil dan otentik.
3. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan hak atas tugas akhir ini kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta seabgai pemilik Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak kampus maupun demi menegakan integritas akademik di institusi ini dan bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengna sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan.

Surabaya, 17 Juli 2023



Febriansyah Dwi Kumia W
1461900182

Halaman ini sengaja dikosongkan



U N I V E R S I T A S
17 AGUSTUS 1945
S U R A B A Y A

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TLP. 031 593 1800 (EX 311)
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID.

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Febriansyah Dwi Kurnia Wicaksono
NIM : 1461900182
Fakultas : Teknik
Program Studi : Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

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

Klasifikasi Status Erupsi Gunung Berapi Dengan Menggunakan Analisa STA/LTA dan LSTM

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 Surabaya
Pada Tanggal : 17 Juli 2023



Yang Menyatakan

(Febriansyah Dwi Kurnia W)

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“Klasifikasi Status Erupsi Gunung Berapi Dengan Menggunakan Analisa STA/LTA dan LSTM”**, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Kepada Allah SWT karena dengan rahmatNya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dukungan, nasihat dan semuanya.
3. Bapak Fridy Mandita, S.Kom.,MSc., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, nasehat dalam menyusun Tugas Akhir.
4. Bapak Aidil Primasetya Armin S.ST.,MT., selaku ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Teman-teman yang senantiasa menemani dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, oleh karena itu penulis menerima segala kritik dan saran dari para pembaca agar dapat menyempurnakan penulisan Tugas Akhir ini.

Surabaya, 11 Juni 2023



Febriansyah Dwi Kurnia Wicaksono

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama : Febriansyah Dwi Kurnia Wicaksono
Program Studi : Teknik Informtaika
Judul Tugas Akhir : Klasifikasi Status Erupsi Gunung Berapi Dengan Menggunakan Analisa STA/LTA dan LSTM

Gunung berapi di Indonesia merupakan komponen dari sistem pegunungan api aktif. Hal ini menyebabkan Indonesia sering terjadi bencana alam, termasuk di antaranya adalah letusan gunung berapi. Umumnya, bencana erupsi gunung berapi diukur dengan seismometer. Namun, dari hasil yang diperoleh pada tes menggunakan seismograf, masih belum dapat memberikan klasifikasi terkait jenis gempa dan jenis ancaman bahaya dari erupsi gunung berapi tersebut. Algoritma *Long-Short Term Memory* (LSTM) adalah versi modifikasi dari *Recurrent neural network* (RNN) yang memungkinkan untuk melakukan prediksi dengan menggunakan historical data. Di dalam penelitian ini penulis menerapkan algoritma STA/LTA untuk mendeteksi event seismik yang terdapat pada data citra sinyal seismik, dan algoritma LSTM untuk melakukan prediksi dari jenis dan level ancaman suatu erupsi gunung berapi. Penelitian ini menggunakan 3 jenis algoritma LSTM yaitu *classic* LSTM, *Vanilla* LSTM dan BiLSTM. Evaluasi hasil dilakukan dengan menggunakan metode *confusion matrix* didapatkan rata-rata akurasi sebesar 0.84 untuk model *classic* LSTM, 0.83 untuk model *vanilla* LSTM, 0.84 untuk model BiLSTM.

Kata kunci: citra sinyal seismic, confusion matrix, erupsi gunung berapi, LSTM, STA/LTA.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Name : Febriansyah Dwi Kurnia Wicaksono
Departement : Informtaika
Title : *Classification of Volcanic Eruption Status Using STA/LTA Analysis and LSTM*

Volcanoes in Indonesia are components of an active volcanic mountain system. This leads to frequent natural disasters, including volcanic eruptions. Generally, volcanic eruption disasters are measured using seismometers. However, the results obtained from tests using seismographs still do not provide classification regarding the types of earthquakes and the types of threat levels from volcanic eruptions. The Long-Short Term Memory (LSTM) algorithm is a modified version of Recurrent Neural Network (RNN) that enables predictions to be made using historical data. In this study, the author applies the STA/LTA algorithm to detect seismic events in seismic signal image data and the LSTM algorithm to predict the type and threat level of a volcanic eruption. This research employs three types of LSTM algorithms: classic LSTM, Vanilla LSTM, and BiLSTM. The evaluation of the results is conducted using the confusion matrix method, which yields an average accuracy of 0.84 for the classic LSTM model, 0.83 for the vanilla LSTM model, and 0.84 for the BiLSTM model..

Keywords: seismic event, confusion matrix, volcanic eruption, LSTM, STA/LTA..

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	ix
ABSTRACT.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR SOURCE CODE.....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Gunung Berapi.....	4
2.2 Sinyal Seismik.....	5
2.3 <i>Machine Learning</i>	6
2.4. <i>Long-Short Term Memory (LSTM)</i>	7
2.5. <i>Short Term Average – Long Term Average (STA/LTA)</i>	9
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Bahan dan Alat Penelitian.....	11
3.2 <i>Google Collaboratory</i>	11

3.3	<i>Python</i>	11
3.4	Tahapan Penelitian	13
3.5	Pengumpulan <i>Dataset</i>	14
3.6	Metode Pengolahan Data.....	15
3.7	Perancangan Sistem.....	15
3.5.1	Input	17
3.5.2	<i>Preprocessing Data</i>	17
3.5.3	Proses <i>training</i>	18
3.5.4	Proses <i>Testing</i>	20
3.5.5	Evaluasi Hasil.....	21
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1	Implementasi.....	23
4.1.1	Input Data dan Deklarasi Variabel	23
4.1.2	Normalisasi data	24
4.1.3	<i>Labeling Data</i>	26
4.1.4	<i>Plotting Data</i>	27
4.1.5	<i>Preprocessing Data</i>	28
4.1.6	Pemodelan (<i>modeling</i>)	28
4.1.7	<i>Training</i> dan <i>Testing</i>	30
4.2	Analisis Output	30
4.2.1	Hasil <i>Loss</i> dan Akurasi Dari Model LSTM	31
4.2.2	<i>Confusion Matrix</i>	36

4.2.3	Hasil Model LSTM Rasio 80:20	57
4.2.4	Hasil Model LSTM Rasio 70:30	57
4.2.5	Hasil Model LSTM Rasio 65:35	58
4.2.6	Hasil Model LSTM Menggunakan Metode <i>Cross Validation</i> dan <i>Weight loss</i>	58
4.2.7	Hasil Perhitungan Manual.....	60
4.2.8	Hasil Pengujian.....	61
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA.....		66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Architecture LSTM.....	7
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian.....	13
Gambar 3. 2 Sampel data Tremor dan VT-B.....	15
Gambar 3. 3 Rancangan Sistem.....	16
Gambar 3. 4 Augmentation Image.....	17
Gambar 3. 5 Architecture model Classic LSTM	18
Gambar 3. 6 Architecture model BiLSTM.....	19
Gambar 3. 7 Architecture model Vanilla LSTM	20
Gambar 3. 8 Output Klasifikasi	21
Gambar 4. 1 Hasil Plotting Data.....	28
Gambar 4. 2 Plotng Classic LSTM Epoch 25.....	31
Gambar 4. 3 Plotng Classic LSTM Epoch 50	32
Gambar 4. 4 Plotng Classic LSTM Epoch 75	32
Gambar 4. 5 Plotng Classic LSTM Epoch	32
Gambar 4. 6 Plotng Vanilla LSTM Epoch 25	33
Gambar 4. 7 Plotng Vanilla LSTM Epoch 50	33
Gambar 4. 8 Plotng Vanilla LSTM Epoch 75	34
Gambar 4. 9 Plotng Vanilla LSTM Epoch 100	34
Gambar 4. 10 Plotng BiLSTM Epoch 25	35
Gambar 4. 11 Plotng BiLSTM Epoch 100	35
Gambar 4. 12 Plotng BiLSTM Epoch 75	35
Gambar 4. 13 Plotng BiLSTM Epoch 100	36
Gambar 4. 14 Confusion Matrix Classic LSTM Epoch 25	36
Gambar 4. 15 Classification Report Classic LSTM Epoch 25	37
Gambar 4. 16 Confusion Matrix Classic LSTM Epoch 50	38
Gambar 4. 17 Classification Report Classic LSTM Epoch 50	39
Gambar 4. 18 Confusion Matrix Classic LSTM Epoch 75	40
Gambar 4. 19 Classification Report Classic LSTM Epoch 75	41
Gambar 4. 20 Confusion Matrix Classic LSTM Epoch 100	41
Gambar 4. 21 Classification Report Classic LSTM Epoch 100	42
Gambar 4. 22 Confusion Matrix Vanilla LSTM Epoch 25	43
Gambar 4. 23 Classification Report Vanilla LSTM Epoch 25	44
Gambar 4. 24 Confusion Matrix Vanilla LSTM Epoch 50	45
Gambar 4. 25 Classification Report Vanilla LSTM Epoch 50	46
Gambar 4. 26 Confusion Matrix Vanilla LSTM Epoch 75	47
Gambar 4. 27 Classification Report Vanilla LSTM Epoch 75	48

Gambar 4. 28 Confusion Matrix Vanilla LSTM Epoch 100	48
Gambar 4. 29 Classification Report Vanilla LSTM Epoch 100	49
Gambar 4. 30 Confusion Matrix BiLSTM Epoch 25	50
Gambar 4. 31 Classification Report BiLSTM Epoch 25.....	51
Gambar 4. 32 Confusion Matrix BiLSTM Epoch 50.....	52
Gambar 4. 33 Classification Report BiLSTM Epoch 50.....	53
Gambar 4. 34 Confusion Matrix BiLSTM Epoch 75.....	53
Gambar 4. 35 Classification Report BiLSTM Epoch 75.....	54
Gambar 4. 36 Confusion Matrix BiLSTM Epoch 100.....	55
Gambar 4. 37 Classification Report BiLSTM Epoch 100.....	56
Gambar 4. 38 Hasil Model LSTM dengan Rasio 80:20.....	57
Gambar 4. 39 Hasil Model LSTM dengan Rasio 80:20.....	57
Gambar 4. 40 Hasil Model LSTM dengan rasio 65:35	58
Gambar 4. 41 Confusion Matrix LSTM Menggunakan Cross Validation Dan Weight loss	59
Gambar 4. 42 Classification Report LSTM dengan Metode Cross Validation dan Weight loss	59
Gambar 4. 43 Flowchart Prediksi	61
Gambar 4. 44 Hasil Pengujian Classic LSTM.....	62
Gambar 4. 45 Hasil Pengujian Vanilla LSTM.....	63
Gambar 4. 46 Hasil Pengujian BiLSTM	64

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Sampel Data	14
Tabel 3. 2 Confusion Matrix	22
Tabel 4. 1 Variable STA/LTA	25
Tabel 4. 2 Label Kategori.....	26
Tabel 4. 3 Hasil Akurasi dan Loss Classic LSTM.....	31
Tabel 4. 4 Hasil Akurasi dan Loss Vanilla LSTM.....	33
Tabel 4. 5 Hasil Akurasi dan Loss BiLSTM	34
Tabel 4. 6 Nilai TP, FP, FN Classic LSTM Epoch 25	37
Tabel 4. 7 Nilai TP, FP, FN Classic LSTM Epoch 50	38
Tabel 4. 8 Nilai TP, FP, FN Classic LSTM Epoch 75	40
Tabel 4. 9 Nilai TP, FP, FN Classic LSTM Epoch 100	42
Tabel 4. 10 Nilai TP, FP, FN Vanilla LSTM Epoch 25	43
Tabel 4. 11 Nilai TP, FP, FN Vanilla LSTM Epoch 50	45
Tabel 4. 12 Nilai TP, FP, FN Vanilla LSTM Epoch 75	47
Tabel 4. 13 Nilai TP, FP, FN Vanilla LSTM Epoch 100	49
Tabel 4. 14 Nilai TP, FP, FN BiLSTM Epoch 25.....	50
Tabel 4. 15 Nilai TP, FP, FN BiLSTM Epoch 50.....	52
Tabel 4. 16 Nilai TP, FP, FN BiLSTM Epoch 75.....	54
Tabel 4. 17 Nilai TP, FP, FN BiLSTM Epoch 100.....	56

DAFTAR SOURCE CODE

Source Code 4. 1 Modul Python.....	23
Source Code 4. 2 Deklarasi Variable	24
Source Code 4. 3 Read Dataset.....	24
Source Code 4. 4 Perhitungan STA/LTA.....	25
Source Code 4. 5 Mengubah Data Menjadi Spectogram	26
Source Code 4. 6 Plotting Data.....	27
Source Code 4. 7 Model Classic LSTM.....	29
Source Code 4. 8 Model Vanilla LSTM	29
Source Code 4. 9 Model BiLSTM	29