

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN EFEKTIVITAS ALGORITMA LONG
SHORT-TERM MEMORY (LSTM) DAN CONVOLUTION
NEURAL NETWORK(CNN) DALAM DETEKSI SINYAL
SEISMIK**



Oleh :

Alfin Dwi Setiawan

1462000137

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

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) DAN CONVOLUTION NEURAL NETWORK(CNN) DALAM DETEKSI SINYAL SEISMIK

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



Oleh :

Alfin Dwi Setiawan

1462000137

PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

FINAL PROJECT

Comparison of the Effectiveness of Long Short-Term Memory (LSTM) and Convolutional Neural Network (CNN) Algorithms in Seismic Signal Detection

Proposed as one of the conditions for obtaining a degree of Bachelor of Computer Science in the Informatics Study Program



By :

Alfin Dwi Setiawan

1462000137

INFORMATICS DEPARTMENT
FACULTY OF ENGINEERING
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2024

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

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

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nama : Alfin Dwi Setiawan
NBI : 1462000137
Prodi : S-1 Informatika
Fakultas : Teknik
Judul : Perbandingan Efektivitas Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dan Convolution Neural Network(CNN) dalam Deteksi Sinyal Seismik

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing




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

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



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

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



Aldil Primasetya Armln, S.ST., M.T.
NPP. 20460.16.0700

PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Alfin Dwi Setiawan
NBI : 1462000137
Fakultas/Program Studi : Teknik/Informatika
Judul Tugas Akhir : Perbandingan Efektivitas Algoritma Long Short-Term Memory (Lstm) dan Convolution Neural Network(Cnn) dalam Deteksi Sinyal Seismik

Menyatakan dengan ini sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul di atas 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 oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaaan.

Sumbaya 04 Juni 2024


B2060ALX295149064
Alfin Dwi Setiawan

1462000137



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 PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Alfin Dwi Setiawan
NBI/ NPM : 1462000137
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Jenis Karya : 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:

Perbandingan Efektivitas Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dan Convolution Neural Network (CNN) dalam Deteksi Sinyal Seismik

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 : 15 Juli 2024

Yang Menyatakan,



(Alfin Dwi S.)

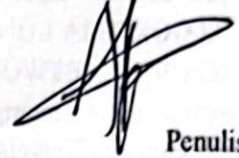
KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur akan selalu penulis panjatkan terhadap Tuhan Yang Maha Esa, sebab dengan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir dengan judul "PERBANDINGAN EFEKTIVITAS ALGORITMA LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) DAN CONVOLUTION NEURAL NETWORK (CNN) DALAM DETEKSI SINYAL SEISMIK" sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer di Program Studi Teknik Informatika, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Selama proses penyusunan tugas akhir ini, penulis mendapat banyak bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya sampaikan kepada:

1. Bapak Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T. selaku ketua program studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Bapak Fridy Mandita, S.Kom., M.Sc. selaku Dosen Wali dan dosen pembimbing, yang telah membimbing & mengarahkan penulis serta petunjuk, arahan, semangat serta bimbingan dari awal pembuatan sistem selama studi di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
3. Bapak dan Ibu dosen pengajar Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah bermurah hati membagikan ilmunya kepada penulis sehingga penulis mudah menentukan minat pada topik tugas akhir.
4. Orang tua penulis yang selalu memberi dukungan, semangat, dan mendoakan kebaikan bagi penulis selama kuliah hingga menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Keluarga dan saudara penulis yang berharga yang selalu memberi dukungan dan semangat selama penyusunan tugas akhir.
6. Teman-teman satu angkatan dan seperjuangan yang telah melewati masa studi bersama di UNTAG Surabaya yang telah memberi dukungan sepenuhnya untuk penulis.
7. Pasukan KKN Kedung Peluk (Yusuf, Adi, Anita, Ella, Ari, Desta, Maulana, Jessica, dan Bunga) selaku teman penulis yang telah mendengarkan keluh kesah penulis selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman Kampung (Aditya, Satria, Eddres, Zidan, Rifai) selaku teman disaat pusing mengerjakan dan yang menemani saya menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Yayasan Pak Purnomo S.KOM (Diko, Rizal, Gugus, Ryan, Pendik, Riga, Gita, Zidan, Adam, Agung, Kuncara, Diki) selaku teman mengerjakan Tugas Akhir ini dari awal hingga selesai.
10. Edo Abriyanto Putra dan M.Harun Sembada L teman yang selalu support dan memberi motivasi untuk cepat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis memohon maaf apabila terdapat kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas segala bantuan dan dukungan yang telah diberikan. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Surabaya, 04 Juni 2024



Penulis

ABSTRAK

Nama : Alfin Dwi Setiawan
Program Studi : Informatika
Judul : Perbandingan Efektivitas Algoritma Long Short-Term Memory (LSTM) dan Convolution Neural Network(CNN) dalam Deteksi Sinyal Seismik

Sinyal seismik adalah getaran yang merambat melalui lapisan bumi dan mengandung informasi penting tentang struktur bumi dan perubahan geologis, yang signifikan untuk pemetaan bencana alam dan eksplorasi sumber daya alam. Dengan menggunakan data sinyal seismik dari gempa bumi di Indonesia, penelitian ini melalui beberapa tahap: pengumpulan data, preprocessing, pembangunan model, evaluasi kinerja, dan analisis hasil. Model LSTM dan CNN dirancang dan dilatih menggunakan data yang telah dipreprocessing, kemudian dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, dan recall. Untuk mengatasi ketidakseimbangan data, digunakan teknik oversampling Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE) dan standarisasi fitur melalui StandartScaler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN unggul dalam hal akurasi, terutama pada rasio data latih dan uji 30:70 dan 10:90, dengan akurasi mencapai 0.81. Penambahan SMOTE meningkatkan akurasi kedua model hingga 0.97, namun penambahan StandartScaler menurunkan akurasi. Pengujian lebih lanjut menggunakan Mean Squared Error (MSE) dan Root Mean Squared Error (RMSE) menunjukkan bahwa model LSTM lebih baik dalam menangani error dibandingkan CNN, dengan nilai MSE 0.35 dan RMSE 0.59. Hasil penelitian ini menegaskan bahwa LSTM dan CNN efektif untuk deteksi sinyal seismik, dengan penambahan SMOTE memberikan peningkatan kinerja yang signifikan pada dataset tidak seimbang. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan sistem deteksi sinyal seismik yang lebih handal dan adaptif, khususnya untuk aplikasi geofisika dan mitigasi bencana gunung berapi.

Kata Kunci: *sinyal seismik, LSTM, CNN, deteksi gunung berapi, kecerdasan buatan*

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

ABSTRACT

Name : Alfin Dwi Setiawan
Department : Informatics
Title : Comparison of the Effectiveness of Long Short-Term Memory (LSTM) and Convolutional Neural Network (CNN) Algorithms in Seismic Signal Detection

Seismic signals are vibrations that propagate through the earth's layers and contain important information about the earth's structure and geological changes, which are significant for natural disaster mapping and natural resource exploration. Using seismic signal data from earthquakes in Indonesia, this research goes through several stages: data collection, preprocessing, model building, performance evaluation, and result analysis. LSTM and CNN models are designed and trained using the preprocessed data, then evaluated using metrics such as accuracy, precision, and recall. To overcome data imbalance, the oversampling technique Synthetic Minority Over-sampling Technique (SMOTE) and feature standardization through StandartScaler were used. The results show that the CNN model excels in terms of accuracy, especially at training and test data ratios of 30:70 and 10:90, with accuracy reaching 0.81. The addition of SMOTE increased the accuracy of both models to 0.97, but the addition of StandartScaler decreased the accuracy. Further testing using Mean Squared Error (MSE) and Root Mean Squared Error (RMSE) shows that the LSTM model is better at handling errors than CNN, with an MSE value of 0.35 and RMSE of 0.59. The results of this study confirm that LSTM and CNN are effective for seismic signal detection, with the addition of SMOTE providing significant performance improvement on unbalanced datasets. This research makes an important contribution in the development of more reliable and adaptive seismic signal detection systems, particularly for geophysical applications and volcano disaster mitigation.

Keywords : *Seismic signals, LSTM, CNN, volcanic detection, artificial intelligence.*

Halaman ini Sengaja Dikosongkan

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR | iii |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| ABSTRAK | vii |
| ABSTRACT | ix |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| DAFTAR TABEL..... | xv |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI..... | 7 |
| 2.1. Tinjauan Pustaka | 7 |
| 2.1.1. Pemilihan Jurusan di SMA Muhammadiyah 4 Kota Bengkulu ... | 7 |
| 2.2. Dasar Teori..... | 15 |
| 2.2.1. Sinyal Seismik..... | 15 |
| 2.2.2. <i>Machine Learning</i> | 15 |
| 2.2.3. <i>Filtering</i> | 16 |
| 2.2.4. <i>Short-Term Average/Long-Term Average (STA/LTA)</i> | 17 |
| 2.2.5. <i>Convolution Neural Network(CNN)</i> | 17 |
| 2.2.6. <i>Long Short-Term Memort(LSTM)</i> | 18 |
| 2.2.7. Evaluasi Kinerja Model..... | 20 |
| 2.2.8. <i>Mean Squared Error (MSE)</i> | 21 |
| 2.2.9. <i>Root Mean Squared Error (RMSE)</i> | 21 |

| | | |
|-----------------------------|---|-----------|
| 2.2.10. | Google Colab..... | 22 |
| 2.2.11. | Obspy..... | 22 |
| 2.2.12. | TensorFlow..... | 23 |
| 2.2.13. | Keras..... | 24 |
| BAB 3 | METODE 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. | Data Seismik yang Telah Diolah Menjadi Dataset..... | 26 |
| 3.3. | Tahapan Penelitian | 26 |
| 3.4. | Skenario Pengujian..... | 28 |
| BAB 4 | HASIL DAN PEMBAHASAN | 29 |
| 4.1. | Pengumpulan Data..... | 29 |
| 4.2. | Preprocessing Data | 30 |
| 4.2.1. | <i>Filtering</i> | 30 |
| 4.2.2. | Pemotongan Sinyal..... | 31 |
| 4.3. | Pemodelan Algoritma..... | 32 |
| 4.4. | Pengujian Model..... | 41 |
| 4.5. | Perbandingan Hasil Evaluasi Model..... | 45 |
| 4.6. | Perbandingan Hasil MSE dan RMSE..... | 56 |
| 4.7. | Pengaruh Smote dan StandartScaller dalam Kinerja Model Algoritma | 58 |
| 4.8. | Perbedaan Hasil Deteksi Sinyal Seismik..... | 59 |
| BAB 5 | PENUTUP | 67 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 67 |
| 5.2. | Saran..... | 67 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 69 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Arsitektur Algoritma LSTM..... | 19 |
| Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian | 27 |
| Gambar 4. 1 Contoh Sinyal Seismik | 30 |
| Gambar 4. 2 Hasil Filtering Sinyal..... | 31 |
| Gambar 4. 3 Hasil Pemotongan Sinyal | 31 |
| Gambar 4. 4 Susunan Layer Algoritma LSTM | 33 |
| Gambar 4. 5 <i>Input Gate</i> | 34 |
| Gambar 4. 6 <i>Output Gate</i> | 34 |
| Gambar 4. 7 <i>Cell State</i> | 35 |
| Gambar 4. 8 <i>Output Gate</i> | 35 |
| Gambar 4. 9 Susunan Layer Algoritma CNN | 37 |
| Gambar 4. 10 Jaringan <i>Convolution Layer</i> | 38 |
| Gambar 4. 11 <i>Pooling Layer</i> | 40 |
| Gambar 4. 12 <i>Output Layer</i> | 40 |
| Gambar 4. 13 Model <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> LSTM..... | 41 |
| Gambar 4. 14 Model <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> LSTM dengan <i>Smote</i> dan <i>Standartscaller</i> | 42 |
| Gambar 4. 15 Model <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> LSTM dengan <i>Smote</i> | 42 |
| Gambar 4. 16 Model <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> CNN | 43 |
| Gambar 4. 17 Model <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> CNN dengan <i>Smote</i> dan <i>Standartscaller</i> | 44 |
| Gambar 4. 18 Model <i>Accuracy</i> dan <i>Loss</i> CNN dengan <i>Smote</i> | 44 |
| Gambar 4. 19 <i>Confusion Matrix</i> LSTM..... | 45 |
| Gambar 4. 20 <i>Confusion Matrix</i> CNN | 46 |
| Gambar 4. 21 <i>Confusion Matrix</i> LSTM dengan <i>Smote</i> dan <i>Standartscaller</i> | 47 |
| Gambar 4. 22 <i>Confusion Matrix</i> CNN dengan <i>Smote</i> dan <i>Standartscaller</i> | 48 |
| Gambar 4. 23 <i>Confusion Matrix</i> LSTM dengan <i>Smote</i> | 49 |
| Gambar 4. 24 <i>Confusion Matrix</i> CNN dengan <i>Smote</i> | 50 |
| Gambar 4. 25 <i>Confusion Matrix</i> LSTM untuk Perhitungan..... | 51 |
| Gambar 4. 26 Pengaruh <i>Smote</i> dan <i>Standartscaller</i> pada Model..... | 58 |
| Gambar 4. 27 Grafik Hasil Evaluasi Model..... | 59 |
| Gambar 4. 28 Hasil Deteksi LSTM pada Potongan Sinyal 10 Detik | 59 |
| Gambar 4. 29 Hasil Deteksi LSTM pada Potongan Sinyal 20 Detik | 60 |

Gambar 4. 30 Hasil Deteksi LSTM pada Potongan Sinyal 30 Detik 60

Gambar 4. 31 Hasil Deteksi CNN pada Potongan Sinyal 10 Detik..... 60

Gambar 4. 32 Hasil Deteksi CNN pada Potongan Sinyal 20 Detik..... 61

Gambar 4. 33 Hasil Deteksi CNN pada Potongan Sinyal 30 Detik..... 61

Gambar 4. 34 Hasil Deteksi LSTM dengan *Smote* dan *Standartscaller* pada Potongan Sinyal 10 Detik..... 62

Gambar 4. 35 Hasil Deteksi LSTM dengan *Smote* dan *Standartscaller* pada Potongan Sinyal 20 Detik..... 62

Gambar 4. 36 Hasil Deteksi LSTM dengan *Smote* dan *Standartscaller* pada Potongan Sinyal 30 Detik 62

Gambar 4. 37 Hasil Deteksi CNN dengan *Smote* dan *Standartscaller* pada Potongan Sinyal 10 Detik 63

Gambar 4. 38 Hasil Deteksi CNN dengan *Smote* dan *Standartscaller* pada Potongan Sinyal 20 Detik 63

Gambar 4. 39 Hasil Deteksi CNN dengan *Smote* dan *Standartscaller* pada Potongan Sinyal 30 Detik 64

Gambar 4. 40 Hasil Deteksi LSTM dengan *Smote* pada Potongan Sinyal 10 Detik 64

Gambar 4. 41 Hasil Deteksi LSTM dengan *Smote* pada Potongan Sinyal 20 Detik 65

Gambar 4. 42 Hasil Deteksi LSTM dengan *Smote* pada Potongan Sinyal 30 Detik 65

Gambar 4. 43 Hasil Deteksi CNN dengan *Smote* pada Potongan Sinyal 10 Detik .. 65

Gambar 4. 44 Hasil Deteksi CNN dengan *Smote* pada Potongan 20 Detik..... 66

Gambar 4. 45 Hasil Deteksi CNN dengan *Smote* pada Potongan Sinyal 30 Detik .. 66

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu | 7 |
| Tabel 3. 1 Perangkat Lunak..... | 25 |
| Tabel 3. 2 Perangkat Keras | 25 |
| Tabel 3. 3 Skenario Pengujian..... | 28 |
| Tabel 4. 1 Kategori Jenis Data dan Jumlah Data | 29 |
| Tabel 4. 2 Jumlah Pemotongan Sinyal | 32 |
| Tabel 4. 3 Hasil Accuracy, Precision, Recall dan F1-score | 55 |
| Tabel 4. 4 Hasil MSE dan RMSE | 57 |

Halaman ini Sengaja Dikosongkan