



SKRIPSI

Implementasi CNN-LSTM dalam Sistem Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia Berbasis Suara

ENRYCO HIDAYAT
NPM 21081010023

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

Implementasi CNN-LSTM dalam Sistem Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia Berbasis Suara

ENRYCO HIDAYAT

NPM 21081010023

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.

Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

SURABAYA

2025

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI CNN-LSTM DALAM SISTEM PENGENALAN BAHASA ISYARAT INDONESIA BERBASIS SUARA

Oleh :
ENRYCO HIDAYAT
NPM. 21081010023

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada
tanggal 17 November 2025

Menyetujui,

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom, M.T.
NIP. 19830310 202121 1 006


.....

(Pembimbing I)

Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.
NIP. 1993121 3202203 2 010


.....

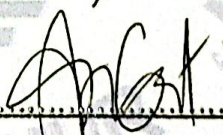
(Pembimbing II)

Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom.
NIP. 19880525 201803 1 001


.....

(Ketua Penguji)

Chrystia Aji Putra., S.Kom., M.T.
NIP. 19861008 202121 1 001


.....

(Anggota Penguji II)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T.
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI CNN-LSTM DALAM SISTEM PENGENALAN BAHASA ISYARAT INDONESIA BERBASIS SUARA

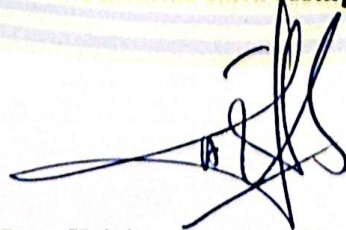
Oleh :

ENRYCO HIDAYAT

NPM. 21081010023

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,
Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19820211 202121 2 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Enryco Hidayat
NPM : 21081010023
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
Fakultas : Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 3 Desember 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Enryco Hidayat
NPM. 21081010023

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Enryco Hidayat / 21081010023
Judul Skripsi : Implementasi CNN-LSTM dalam Sistem
Pengenal Bahasa Isyarat Indonesia Berbasis Suara
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
2. Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem penerjemah suara menjadi teks dan bahasa isyarat menggunakan arsitektur *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Long Short-Term Memory* (LSTM). Sistem ini dirancang untuk membantu komunikasi antara masyarakat umum dan penyandang tunarungu melalui proses konversi suara menjadi representasi bahasa isyarat secara otomatis dan *real-time*. Data audio direkam dalam format WAV berdurasi 8 detik, kemudian diproses melalui tahap normalisasi, ekstraksi fitur *Mel-Spectrogram*, dan augmentasi sebelum dilatih menggunakan model CNN-LSTM. Hasil pelatihan menunjukkan akurasi pelatihan sebesar 99,99% dan akurasi validasi 100%, dengan nilai *precision*, *recall*, dan *f1-score* mencapai 1.00 untuk seluruh kelas. Model diimplementasikan menggunakan Flask *backend* dan antarmuka web sederhana yang menampilkan hasil prediksi dalam bentuk teks dan gambar bahasa isyarat. Berdasarkan pengujian terhadap tujuh label uji, sistem mampu memberikan *confidence score* antara 99.92%–100% dan *similarity score* antara 99.90%–100%, menunjukkan kemampuan generalisasi dan stabilitas yang sangat baik. Hasil ini menegaskan bahwa integrasi CNN-LSTM dengan *Speech Recognition* dan *Similarity Score* berhasil menghasilkan sistem penerjemah suara-ke-bahasa isyarat berbasis web yang akurat, efisien, dan dapat bekerja secara *real-time*.

Kata Kunci : Bahasa Isyarat, BISINDO, *Flask Web Application*, CNN-LSTM, *Speech Recognition*, *Mel-Spectrogram*.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Enryco Hidayat / 21081010023
Thesis Title : Implementation of CNN-LSTM in a Speech-Based
Indonesian Sign Language Recognition System
Advisors : 1. Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
2. Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

This research aims to develop a voice-to-text and sign language translation system using the Convolutional Neural Network (CNN) and Long Short-Term Memory (LSTM) architecture. The system is designed to facilitate communication between hearing-impaired individuals and the general public by automatically converting voice input into real-time sign language representations. Audio data were recorded in 8-second WAV format, processed through normalization, Mel-Spectrogram feature extraction, and augmentation before being trained with the CNN-LSTM model. The training achieved 99.99% accuracy and 100% validation accuracy, with precision, recall, and f1-score all reaching 1.00 across all classes. The model was implemented using a Flask backend and a simple web interface that displays the prediction results in both text and sign language images. Based on testing with seven sample labels, the system achieved confidence scores between 90%–100% and similarity scores between 99%–100%, demonstrating strong generalization and stability. These results confirm that integrating CNN-LSTM with Speech Recognition and Similarity Score produces a highly accurate, efficient, and real-time web-based voice-to-sign language translation system.

Keywords : *BISINDO, CNN-LSTM, Flask Web Application, Mel-Spectrogram, Sign Language, Speech Recognition.*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Implementasi Cnn-Lstm Dalam Sistem Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia Berbasis Suara”** dapat terselesaikan dengan baik.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa terselesaikannya karya ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas dukungan dan fasilitas yang diberikan sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas dukungan dan fasilitas yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom, selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas dukungan dan arahnya selama penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Wali, yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan motivasi dan perhatian kepada penulis selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan motivasi kepada penulis selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Penguji II, atas kritik, saran, serta masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan, keberkahan, serta

balasan kebaikan yang berlipat ganda atas segala ilmu, waktu, dan perhatian yang telah diberikan kepada penulis.

7. Bapak Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang konstruktif selama proses penyusunan skripsi ini. Arahan dan saran yang diberikan menjadi bagian penting dalam penyempurnaan penelitian ini serta dalam menambah wawasan keilmuan penulis. Penulis menyampaikan terima kasih atas ketersediaan waktu dan perhatian selama pelaksanaan pengujian.
8. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh keluarga atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang selalu diberikan. Terima kasih khusus kepada kakak tercinta atas bantuan dan perhatiannya, serta kepada ayah sambung yang banyak memberikan arahan serta pengetahuan tambahan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada uti, akung, dan seluruh keluarga yang senantiasa memberi semangat. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapat balasan terbaik dari Allah SWT.
9. Staf dan karyawan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas segala bantuan dan pelayanan yang diberikan selama proses perkuliahan.
10. Keluarga tercinta, khususnya Bapak dan Ibu, atas doa yang tak pernah putus, kasih sayang yang tulus, motivasi yang tiada henti, serta dukungan moral dan material yang senantiasa diberikan kepada penulis. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan tersebut dengan pahala dan keberkahan yang berlipat ganda.
11. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Fakultas Ilmu Komputer atas kebersamaan dan dukungannya selama perkuliahan, khususnya kepada sahabat-sahabat dekat penulis dari awal perkuliahan yang menemani penulis, memberi semangat penulis, dan membantu penulis jika terdapat kesusahan saat menyusun skripsi.
12. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri atas kepercayaan diri yang terus dijaga, kerja keras yang dijalani, serta keteguhan

dalam menghadapi setiap proses penyusunan skripsi ini tanpa menyerah. Terima kasih kepada diri sendiri karena tetap berusaha meskipun dalam keterbatasan, karena terus melangkah meskipun lelah, serta karena selalu berupaya melakukan yang terbaik. Semoga segala proses ini menjadi pelajaran yang berharga dan motivasi untuk terus berkembang di masa yang akan datang. Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 3 Desember 2025
Penulis,

Enryco Hidayat
NPM. 21081010023

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Pendahulu	7
2.2 Sistem Isyarat Bahasa Indonesia (SIBI).....	10
2.3 <i>Speech Recognition</i>	10
2.4 Python	12
2.5 Flask	13
2.6 Node.js	14
2.7 NPM	15
2.8 FFMPEG	15
2.9 Next.js	16
2.10 Perekam dan Pengolahan Data Audio	17
2.11 Librosa.....	18
2.12 <i>Feature Extraction Mel-Spectrogram</i>	20
2.13 Data Augmentasi Audio	22

2.14	Metode <i>Deep Learning</i> untuk Pengenalan Audio	24
2.15	<i>Convolutional Neural Network</i>	24
2.16	<i>Long Short-Term Memory</i>	28
2.17	Arsitektur Gabungan CNN-LSTM dalam Pengenalan Suara	30
2.18	Regularisasi dengan L2 dan <i>Dropout</i>	35
2.19	<i>Confusion Matrix</i>	36
2.20	<i>Levenshtein Distance</i>	39
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		41
3.1	Tahapan Penelitian	41
3.2	Pengumpulan Dataset	43
3.2.1	Data Audio	43
3.2.2	Data Gesture	46
3.3	Preprocessing dan Augmentasi Data	70
3.3.1	Normalisasi	70
3.3.2	Augmentasi Data	72
3.3.3	Ekstraksi Audio ke <i>Mel-Spectrogram</i>	75
3.4	Perancangan dan Pelatihan Model	78
3.4.1	Arsitektur Model CNN- LSTM	78
3.4.2	Proses Pelatihan	85
3.5	Evaluasi Model	87
3.6	Implementasi	92
3.7	Skenario Uji Coba	93
3.8	Perancangan Antar Muka	95
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		96
4.1	Pengumpulan Dataset	96
4.2	<i>Preprocessing Data</i>	100
4.2.1	Normalisasi	101
4.2.2	Augmentasi Data	101
4.2.3	Ekstraksi <i>Mel-Spectrogram</i>	103
4.3	Perancangan Model CNN-LSTM	118
4.4	Pelatihan Model	121

4.5	Evaluasi Model.....	125
4.6	Skenario Pengujian.....	132
4.7	Implementasi Program	136
BAB V PENUTUP.....		143
5.1	Kesimpulan	143
5.2	Saran.....	144
DAFTAR PUSTAKA.....		145
LAMPIRAN.....		149

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	24
Gambar 2. 2 Arsitektur <i>Long Short-Term Memory</i>	28
Gambar 2. 3 Arsitektur CNN-LSTM	30
Gambar 3. 1 Flowchart Tahap Penelitian.....	41
Gambar 3. 2 Pengumpulan Data Audio	43
Gambar 3. 3 <i>Preprocessing</i> dan Augmentasi.....	70
Gambar 3. 4 Proses Normalisasi	70
Gambar 3. 5 Visualisasi bentuk gelombang sebelum dan sesudah normalisasi ...	71
Gambar 3. 6 Visualisasi Proses Ekstraksi	77
Gambar 3. 7 <i>Cropping</i> dan <i>Padding</i>	78
Gambar 3. 8 Arsitektur CNN-LSTM	79
Gambar 3. 9 Visualisasi Kinerja Model	87
Gambar 3. 10 Implementasi Sistem	92
Gambar 3. 11 Perancangan Antar Muka	95
Gambar 4. 1 Data Suara	100
Gambar 4. 2 Hasil Normalisasi dan Augmentasi	102
Gambar 4. 3 Ringkasan CNN-LSTM.....	120
Gambar 4. 4 Hasil Pelatihan Model	122
Gambar 4. 5 <i>Confusion Matrix</i>	127
Gambar 4. 6 <i>Classification Report</i> potongan ke-1	128
Gambar 4. 7 <i>Classification Report</i> potongan ke-2.....	129
Gambar 4. 8 Hasil Prediksi	131
Gambar 4. 9 Tampilan awal aplikasi.....	136
Gambar 4. 10 Tampilan aplikasi saat proses rekaman berlangsung	137
Gambar 4. 11 Bahasa Isyarat Perhuruf	137
Gambar 4. 12 <i>Backend</i> menerima <i>input</i> audio dan <i>output</i> prediksi per kata	138
Gambar 4. 13 Bahasa Isyarat Video Gesture	139
Gambar 4. 14 <i>Backend</i> menerima <i>input</i> audio dan <i>output</i> prediksi gesture.....	139

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu Terkait Pengenalan Bahasa Isyarat	9
Tabel 2. 2 <i>Confusion Matrix Biner</i>	36
Tabel 2. 3 <i>Confusion Matrix Multi-Class</i>	37
Tabel 3. 1 Data Suara	44
Tabel 3. 2 Huruf Bahasa Isyarat Indonesia	46
Tabel 3. 3 Gesture Bahasa Isyarat Indonesia	55
Tabel 3. 4 Ringkasan Sebelum dan Sesudah Normalisasi	72
Tabel 3. 5 Augmentasi Data.....	73
Tabel 3. 6 Parameter Ekstraksi Audio ke <i>Mel-Spectrogram</i>	75
Tabel 3. 7 Alur Perancangan dan Pelatihan Model CNN-LSTM	83
Tabel 3. 8 Penerapan <i>Callback</i> dalam Proses Pelatihan Model	85
Tabel 3. 9 Perhitungan Loss dan Akurasi pada Satu Batch Pelatihan	86
Tabel 3. 10 Perkembangan Akurasi dan Loss Selama Pelatihan Model CNN–LSTM	87
Tabel 3. 11 <i>Confusion Matrix</i> Awal.....	89
Tabel 3. 12 <i>Confusion Matrix Multi-Class</i>	89
Tabel 3. 13 Ringkasan <i>Precision, Recall, F1-Score</i>	91
Tabel 3. 14 Hasil Evaluasi dengan Contoh Data Audio.....	92
Tabel 3. 15 Pengujian Sistem.....	93
Tabel 3. 16 Skenario Uji Coba.....	94
Tabel 4. 1 Hasil <i>Mel-Spectrogram</i>	104
Tabel 4. 2 Nilai <i>Accuracy, Loss, Validation Accuracy, dan Validation Loss</i> pada Setiap <i>Epoch</i>	123
Tabel 4. 3 Skenario Pengujian	133
Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu	140

Halaman ini sengaja dikosongkan