



SKRIPSI

KLASIFIKASI GERAKAN BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO) MENGGUNAKAN ARSITEKTUR *TRANSFER LEARNING* *XCEPTION*

MEISYA VIRA AMELIA
NPM 21083010018

DOSEN PEMBIMBING

Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.
Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

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



SKRIPSI

KLASIFIKASI GERAKAN BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO) MENGGUNAKAN ARSITEKTUR *TRANSFER LEARNING* *EXCEPTION*

MEISYA VIRA AMELIA
NPM 21083010018

DOSEN PEMBIMBING

Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.
Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

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

LEMBAR PENGESAHAN

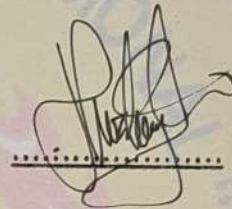
KLASIFIKASI GERAKAN BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO) MENGUNAKAN ARSITEKTUR *TRANSFER LEARNING XCEPTION*

Oleh:
MEISYA VIRA AMELIA
NPM. 21083010018

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada tanggal 4 Juni 2025:

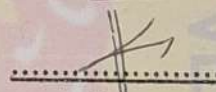
Menyetujui,

Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.
NIP 19860825 202121 1 003



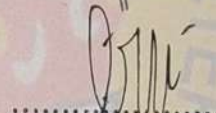
(Pembimbing I)

Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.
NIP 19920909 202203 2 009



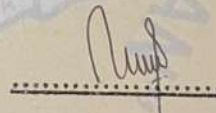
(Pembimbing II)

Trimono, S.Si., M.Si.
NIP 19950908 202203 1 003



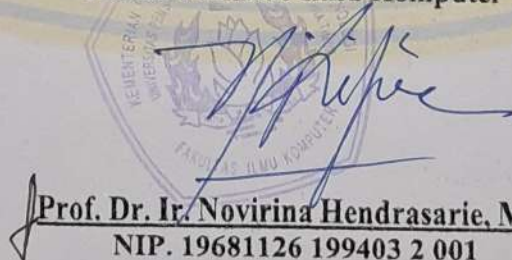
(Ketua Pengujij)

Muhammad Nasrudin, M. Stat.
NIP 19960909 202406 1 002



(Penguji I)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



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

LEMBAR PERSETUJUAN

**KLASIFIKASI GERAKAN BAHASA ISYARAT INDONESIA (BISINDO)
MENGUNAKAN ARSITEKTUR *TRANSFER LEARNING XCEPTION***

Oleh:

MEISYA VIRA AMELIA

NPM: 21083010018

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

Koordinator Program Studi Sains Data

Fakultas Ilmu Komputer

Dr.Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean, Eng.

NIP. 19801205 200501 1 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Meisya Vira Amelia
NPM : 21083010018
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : 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 di kemudian 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, 4 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Meisya Vira Amelia
NPM. 21083010018

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Meisya Vira Amelia / 21083010018
Judul Skripsi : Klasifikasi Gerakan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Menggunakan Arsitektur *Transfer Learning Xception*
Dosen Pembimbing : 1. Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.
2. Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

Komunikasi sehari-hari bagi teman Tuli sangat bergantung pada bahasa isyarat sebagai media utama dalam menyampaikan informasi. Namun, pemahaman terhadap bahasa isyarat seperti Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO), masih terbatas di berbagai lingkungan, termasuk di Perguruan Tinggi. Minimnya pemahaman ini dapat menimbulkan ketimpangan komunikasi dan hambatan dalam proses belajar-mengajar, terutama bagi mahasiswa penyandang disabilitas tunarungu. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan model *machine learning* yang mampu mengklasifikasikan gerakan tangan dari abjad BISINDO. Model dibangun menggunakan arsitektur *transfer learning Xception* dari *Convolutional Neural Network (CNN)*, yang dikenal memiliki performa tinggi dalam tugas klasifikasi citra. Penelitian ini berfokus pada eksplorasi penerapan *transfer learning Xception* dengan jumlah data yang minim yang belum pernah dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu. *Xception* juga dipilih karena merupakan peningkatan dari arsitektur yang pernah digunakan pada penelitian sebelumnya, yaitu *InceptionV3*. Data yang digunakan terdiri dari 650 gambar dan terdapat 26 kelas, mewakili setiap huruf abjad BISINDO, yang diperoleh dari data publik Kaggle serta dibuat secara manual oleh penulis. Proses pengembangan model mencakup enam tahapan utama, yaitu pengumpulan data, pra-pemrosesan data, pelatihan model menggunakan teknik *K-Fold cross-validation*, evaluasi akhir menggunakan metrik performa *confusion matrix* dan *classification report*, dan integrasi model ke dalam sistem berbasis kamera untuk pengujian *real-time* dan pengunggahan gambar dengan bantuan *Streamlit*. Model terbaik yang didapatkan memiliki akurasi 96% dan *F1-score* 98% pada fase pelatihan dengan menggunakan rasio pembagian data 80:20 dan pelatihan *fine-tuning* sebanyak 26 *layers*. Hasil evaluasi model akhir menunjukkan performa yang sangat baik, dengan nilai akurasi dan *F1-score* mencapai 94% pada fase pengujian.

Kata kunci: Bahasa Isyarat Indonesia, BISINDO, *Xception*, *transfer learning*, *K-Fold Cross Validation*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Meisya Vira Amelia / 21083010018
Thesis Title : *Indonesian Sign Language (BISINDO) Gesture Classification Using Xception Transfer Learning Architecture*
Advisor : 1. Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom.
2. Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom.

Daily communication for the deaf people heavily relies on sign language as the primary means of conveying information. However, understanding of sign language such as Indonesian Sign Language (BISINDO), remains limited across many settings, including within higher education institutions. This lack of awareness can create communication barriers and hinder the learning experience of students with hearing impairments. To address this challenge, the present study aims to develop a machine learning model capable of classifying hand gestures representing the BISINDO alphabet. The model is constructed using the Xception architecture, a type of Convolutional Neural Network (CNN) known for its strong performance in image classification tasks. This study focuses on exploring the application of Xception transfer learning with a minimal amount of data that has never been done in previous studies. Xception was also chosen because it is an improvement on the architecture that was used in previous studies (InceptionV3). The dataset used consists of 650 images across 26 classes, corresponding to the letters of the BISINDO alphabet, and was sourced from a publicly available Kaggle dataset and manually curated by the author. The development involves six main stages, data collection, preprocessing, model training with K-Fold cross-validation, final evaluation using confusion matrix and classification report, and integration into a real-time camera-based system using Streamlit. The best model achieves 96% accuracy and a 98% F1-score in training with an 80:20 data split and fine-tuning of 26 layers. Final evaluations demonstrate excellent performance, with accuracy and F1-scores reaching 94% on the test set.

Keywords: *Indonesian Sign Language, BISINDO, Xception, transfer learning, K-Fold Cross Validation*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Klasifikasi Gerakan Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) Menggunakan Arsitektur *Transfer Learning Xception*”** dapat terselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT., IPU selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Bapak Dr.Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean., Eng. selaku Ketua Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Bapak Wahyu Syaifullah Jauharis Saputra, S.Kom., M.Kom. dan Ibu Kartika Maulida Hindrayani, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat, serta motivasi kepada penulis.
5. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Sains Data Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
6. Kedua orang tua dan kedua kakak penulis yang senantiasa memberikan doa dan semangat kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi.
7. Teman-teman Program Studi Sains Data Angkatan 2021 yang telah memberikan semangat dan dukungan selama proses pengerjaan skripsi.
8. Seluruh *liver* Nijisanji yang telah menemani dan menghibur penulis dalam menyelesaikan skripsi dengan siaran video mereka.

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, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Landasan Teori	13
2.2.1. Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO).....	13
2.2.2. <i>Xception</i>	15
2.2.3. <i>Confusion Matrix</i>	20
2.2.4. <i>K-Fold Cross Validation</i>	22
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	25
3.1. Metode dan Langkah Penelitian	25
3.1.1. Sumber Data.....	25
3.1.2. Langkah Analisis.....	29

3.2. Desain Sistem.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1. Pengumpulan Dataset (<i>Collecting Dataset</i>).....	35
4.2. Pra-Pemrosesan Data (<i>Pre-Processing Data</i>).....	36
4.3. Pra-Pemrosesan Model (<i>Pre-Processing Model</i>).....	38
4.3.1. Augmentasi Data (<i>Data Augmentation</i>)	38
4.3.2. Membagi Gambar untuk Proses <i>K-Fold</i>	39
4.4. Hasil dan Analisis Pelatihan Model (<i>Model Training Result and Analysis</i>)	40
4.4.1. <i>Script Code</i> untuk Pelatihan Model.....	40
4.4.2. Hasil dan Analisis Model	44
4.4.3. Analisis dan Pemilihan Model.....	51
4.5. Evaluasi Model Akhir (<i>Model Evaluation</i>).....	53
4.6. <i>Deployment Model</i>	58
BAB V PENUTUP	63
5.1. Kesimpulan	63
5.2. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Abjad dalam BISINDO.....	14
Gambar 2.2 Perbedaan modul <i>Inception</i> dan modul <i>Xception</i>	16
Gambar 2.3 Diagram prosedur koneksi residual (a) <i>ResNet</i> dan (b) <i>Xception</i>	18
Gambar 2.4 Arsitektur <i>Xception</i>	19
Gambar 2.5 <i>Confusion Matrix</i>	21
Gambar 2.6 <i>Workflow K-Fold Cross Validation</i>	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	29
Gambar 3.2 <i>Wireframe</i> Situs Web.....	33
Gambar 4.1 Contoh Dataset.....	35
Gambar 4.2 Contoh Hasil Gambar Augmentasi	38
Gambar 4.3 Grafik Akurasi Model 1	45
Gambar 4.4 Grafik <i>Loss</i> Model 1	45
Gambar 4.5 Grafik Akurasi 2	46
Gambar 4.6 Grafik <i>Loss</i> Model 2	47
Gambar 4.7 Grafik Akurasi Model 3	48
Gambar 4.8 Grafik <i>Loss</i> Model 3	49
Gambar 4.9 Grafik Akurasi Model 4.....	50
Gambar 4.10 Grafik <i>Loss</i> Model 4	50
Gambar 4.11 Hasil <i>Confusion Matrix</i>	55
Gambar 4.12 Gambar Misklasifikasi.....	56
Gambar 4.13 Prediksi Gambar Klasifikasi Benar	57
Gambar 4.14 Tampilan Situs	59
Gambar 4.15 Hasil Prediksi menggunakan Kamera.....	59
Gambar 4.16 Hasil Prediksi menggunakan Gambar	60

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 3.1 Informasi Dataset Sekunder	25
Tabel 3.2 Informasi Dataset Primer.....	26
Tabel 3.3 Contoh Gambar pada Dataset.....	26
Tabel 4.1 Perbandingan Parameter Pelatihan Model	40
Tabel 4.2 Hasil Evaluasi Model 1 (<i>Split 90:10 – Fine-Tuning 56 layers</i>)	46
Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Model 2 (<i>Split 90:10 – Fine-Tuning 26 layers</i>)	47
Tabel 4.4 Hasil Evaluasi Model 3 (<i>Split 80:20 – Fine-Tuning 56 layers</i>)	49
Tabel 4.5 Hasil Evaluasi Model 4 (<i>Split 80:20 – Fine-Tuning 26 layers</i>)	51
Tabel 4.6 Rekap Performa Seluruh Model	51
Tabel 4.7 Evaluasi Model pada Set Pengujian	58

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

$\hat{G}$	:	<i>Output deptwhise convolution</i>
$\hat{K}_{i,j,m}$	:	Ukuran kernel <i>depthwide convolution</i>
m	:	Filter pada $\hat{K}$
F	:	Input fitur <i>map</i>
i, j	:	Posisi piksel kernel konvolusi
k, p	:	Posisi piksel fitur <i>map</i>
F_m	:	<i>Output</i> fitur <i>map</i>
v	:	Penentuan filter untuk <i>max-pooling</i>
F_i	:	Nilai maksimum dalam input fitur <i>map</i>
Iv	:	Vektor input
Ov	:	Vektor <i>output</i>
$f(Iv, \{P_i\})$	:	Perhitungan pemetaan residual
P_i	:	Blok residual
$p(y_k = 1 x)$	:	Probabilitas <i>input</i> x termasuk dalam kelas 1
w	:	Matriks bobot linear <i>layer</i> terakhir
x	:	Vektor input
b	:	Vektor bias
k	:	Indeks kelas yang dihitung probabilitasnya
j	:	Indeks untuk menjumlahkan skor dari semua kelas

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Turnitin.....	69
Lampiran 2. LoA Publikasi Jurnal.....	70
Lampiran 3. Dataset.....	71
Lampiran 4. <i>Script Code</i>	72

Halaman ini sengaja dikosongkan