

**PENERAPAN TRANSFER LEARNING (MOBILENETV2)
UNTUK KLASIFIKASI ALFABET BAHASA ISYARAT
INDONESIA (BISINDO) DENGAN AUGMENTASI DATA DAN
EARLY STOPPING.**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

MUHAMMAD DONI RIJALUTAMA NUGRAHA

22.11.4806

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

**PENERAPAN TRANSFER LEARNING (MOBILENETV2)
UNTUK KLASIFIKASI ALFABET BAHASA ISYARAT
INDONESIA (BISINDO) DENGAN AUGMENTASI DATA DAN
EARLY STOPPING**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Informatika



disusun oleh

MUHAMMAD DONI RIJALUTAMA NUGRAHA

22.11.4806

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENERAPAN TRANSFER LEARNING (MOBILENETV2)
UNTUK KLASIFIKASI ALFABET BAHASA ISYARAT
INDONESIA (BISINDO) DENGAN AUGMENTASI DATA DAN
EARLY STOPPING**

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Doni Rijalutama Nugraha

22.11.4806

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 26 Februari 2026

Dosen Pembimbing,



Subektiningsih, S.Kom., M.Kom.

NIK. 190302413

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PENERAPAN TRANSFER LEARNING (MOBILENETV2)
UNTUK KLASIFIKASI ALFABET BAHASA ISYARAT
INDONESIA (BISINDO) DENGAN AUGMENTASI DATA DAN
EARLY STOPPING

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Doni Rijalutama Nugraha

22.11.4806

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 26 Februari 2026

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Dr. Hartatik, S.T., M.Cs.
NIK. 190302232

Dr. Kumara Ari Yuana, ST, MT
NIK. 190302575

Subektiningsih, S.Kom., M.Kom.
NIK. 190302413

Tanda Tangan

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 26 Februari 2026

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Prof. Dr. Kusriani, M.Kom.
NIK. 190302106

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Muhammad Doni Rijalutama Nugraha
NIM : 22.11.4806

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Penerapan Transfer Learning (Mobilenetv2) Untuk Klasifikasi Alfabet Bahasa Isyarat Indonesia (Bisindo) Dengan Augmentasi Data Dan Early Stopping

Dosen Pembimbing : Subektiningsih, S.Kom., M.Kom.

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Yogyakarta, 26 Februari 2026

Yang Menyatakan,



0FANX250832635

Muhammad Doni Rijalutama Nugraha

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji Tuhan kepada Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya yang tidak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian penyusunan skripsi ini dengan baik. Karya ini penulis persembahkan kepada:

1. Kedua Orang Tua, sebagai bentuk bakti, penghormatan, dan terima kasih yang paling dalam atas segala doa yang tidak pernah putus, kasih sayang, serta pengorbanan yang luar biasa dalam mendukung setiap langkah pendidikan penulis.
2. Ibu Subektiningsih, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan kesabaran yang sangat berharga dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Almamater Tercinta Universitas AMIKOM Yogyakarta, khususnya Program Studi Informatika, yang telah menjadi tempat penulis bernaung, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
4. Komunitas Tuli di Indonesia, yang menjadi sumber inspirasi utama dalam penelitian klasifikasi alfabet BISINDO ini, dengan harapan karya ini dapat berkontribusi menuju komunikasi yang lebih inklusif.
5. Rekan-rekan Seperjuangan, atas dukungan moral, diskusi, dan kebersamaan yang telah terjalin selama menempuh studi.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah membantu dan memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, hingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan dengan lancar.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai bagian dari tugas akhir pada Program Studi Informatika, Universitas AMIKOM Yogyakarta. Penulis menyadari bahwa penyelesaian karya ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Kusriani, M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas AMIKOM Yogyakarta.
2. Subektiningsih, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing atas arahan dan bimbingan berharganya selama proses penyusunan.
3. Dr. Hartatik, S.T., M.Cs. dan Dr. Kumara Ari Yuana, ST, MT, selaku Dewan Penguji atas masukan dan saran bagi kesempurnaan skripsi ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Informatika, yang telah membekali penulis dengan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
5. Kedua Orang Tua dan Keluarga, atas segala doa, kasih sayang, serta dukungan yang tidak terhingga.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang informatika.

Yogyakarta, 26 Februari 2026

Penulis

DAFTAR ISI

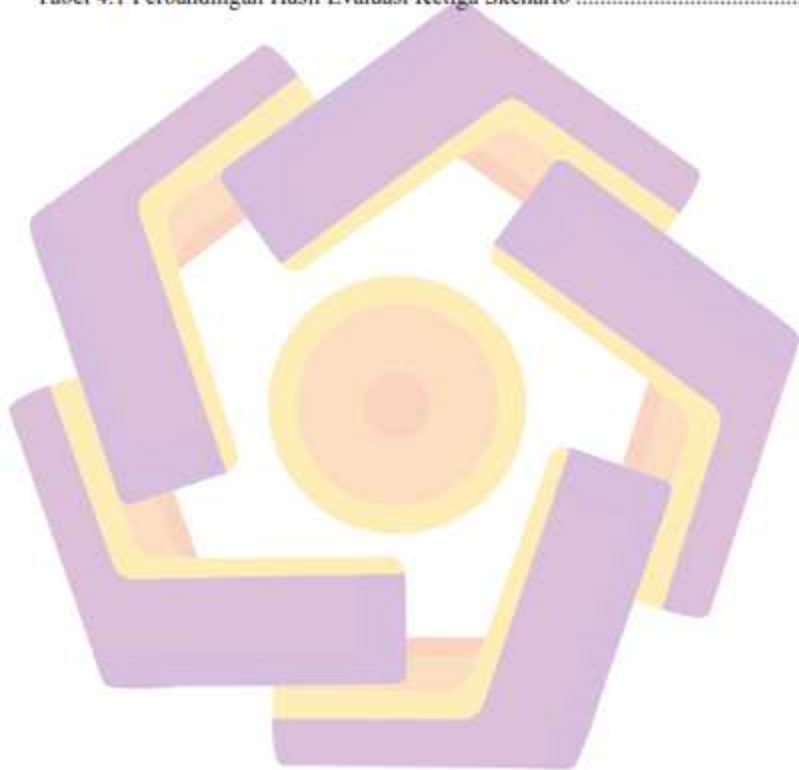
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
INTISARI	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Literatur	7
2.2 Dasar Teori	13

2.2.1.	Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO)	13
2.2.2.	Deep Learning	14
2.2.3.	Image Processing	16
2.2.4.	Convolutional Neural Network (CNN)	17
2.2.5.	Transfer Learning	19
2.2.6.	Arsitektur MobileNetV2	20
2.2.7.	Augmentasi	22
2.2.8.	Early Stopping	23
2.2.9.	Metrik Evaluasi Kinerja	24
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1.	Objek Penelitian	26
3.2.	Alur Penelitian	27
3.2.1.	Identifikasi Masalah Dan Studi Literatur	28
3.2.2.	Pengumpulan Data dan Pra-pemrosesan Data	28
3.2.3.	Perancangan Model Dan Skenario Pengujian	29
3.2.4.	Evaluasi Model	29
3.2.5.	Analisis Hasil Dan Pembahasan	29
3.2.6.	Kesimpulan	30
3.2.7.	Dokumentasi	30
3.3.	Alat dan Bahan	30
3.3.1.	Data Penelitian	30
3.3.2.	Alat dan Instrumen Penelitian	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		34
4.1.	Pengumpulan dan Pra-pemrosesan Data (<i>Data Preprocessing</i>)	34
4.1.1.	Pembagian Data (<i>Data Splitting</i>)	34

4.1.2.	Penyeragaman Dimensi (<i>Resizing</i>) dan Normalisasi (<i>Rescaling</i>)	36
4.1.3.	Augmentasi Data	37
4.2	Perancangan Model Dan Skenario Pengujian	38
4.2.1.	<i>Baseline</i>	40
4.2.2.	<i>Proposed Method</i>	42
4.2.3.	<i>Benchmark</i>	43
4.3	Evaluasi Model	45
4.3.1.	Model <i>Loss</i> dan Model <i>Accuracy</i>	46
4.3.2.	<i>Confusion Matrix</i>	48
4.3.3.	<i>Classification Report</i>	52
4.4	Analisis Hasil dan Pembahasan	56
BAB V PENUTUP		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
REFERENSI		62

DAFTAR TABEL

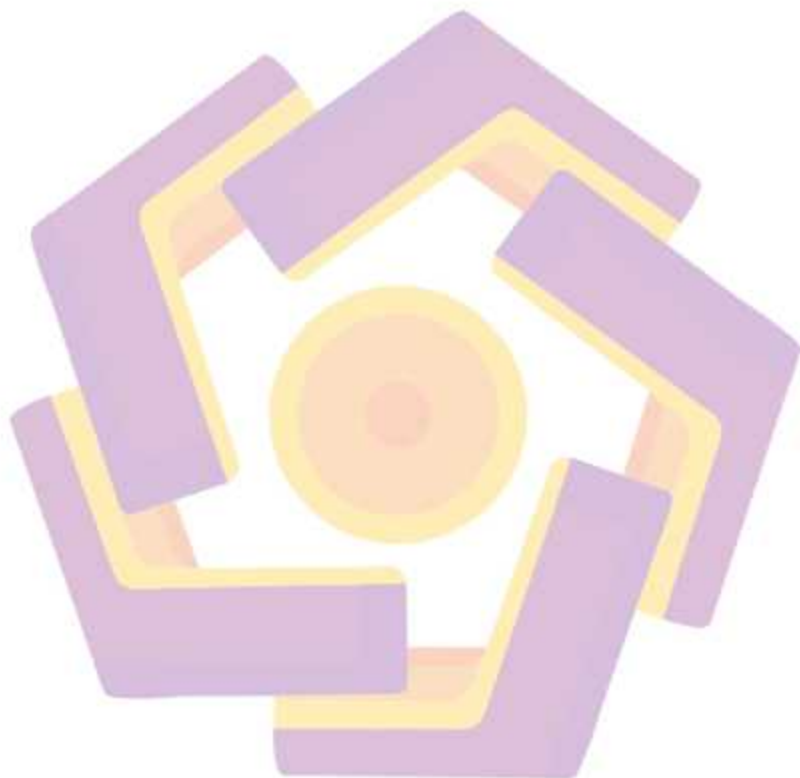
Tabel 2. 2 Confusion Matrix	25
Tabel 3. 1 Perangkat Keras	32
Tabel 3. 2 Perangkat Lunak	32
Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Evaluasi Ketiga Skenario	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Alfabet Bisindo. Diadaptasi dari [14]	14
Gambar 2. 2 Arsitektur umum CNN. Diadaptasi dari [17]	17
Gambar 2. 3 Operasi Max Pooling. Diadaptasi dari [17]	18
Gambar 2. 4 Ilustrasi Transfer Learning. Diadaptasi dari [6]	19
Gambar 2. 5 <i>Depthwise separable convolutions</i> . Diadaptasi dari [22]	21
Gambar 2. 6 Contoh Augmentasi Data. Diadaptasi dari [24]	22
Gambar 2. 7 <i>Early Stopping Point</i> . Diadaptasi dari [13]	23
Gambar 3. 1 Alur Penelitian	27
Gambar 4.1 Implementasi logika pembagian dan pengacakan data	35
Gambar 4.2 Proses <i>resizing</i> dan <i>rescaling</i>	36
Gambar 4.3 Konfigurasi parameter augmentasi data	38
Gambar 4.4 Implementasi kode <i>Freeze Layer</i>	38
Gambar 4.5 Implementasi kode <i>Custom Classification Head</i>	39
Gambar 4.6 Implementasi kode konfigurasi <i>Optimizer Adam</i> dan <i>Loss Function</i>	39
Gambar 4.7 Implementasi kode inisialisasi <i>base model MobileNetV2</i>	40
Gambar 4.8 Implementasi kode pelatihan model <i>Baseline</i> tanpa augmentasi	41
Gambar 4.9 Definisi fungsi <i>callback Early Stopping</i>	42
Gambar 4.10 Implementasi kode pelatihan model <i>Proposed</i> dengan <i>Early Stopping</i>	43
Gambar 4.11 Implementasi <i>Transfer Learning</i> pada VGG16.	44
Gambar 4.12 Implementasi pelatihan model <i>Benchmark</i> (VGG16).	45
Gambar 4.13 Grafik <i>Loss</i> dan <i>Accuracy</i> pada skenario <i>Baseline</i>	46
Gambar 4.14 Grafik konvergensi <i>loss</i> dan akurasi pada skenario <i>Proposed</i>	47
Gambar 4.15 Grafik <i>Loss</i> dan <i>Accuracy</i> pada skenario <i>Benchmark</i>	48
Gambar 4.16 <i>Confusion Matrix</i> skenario <i>Baseline</i>	49
Gambar 4.17 <i>Confusion Matrix</i> skenario <i>Proposed</i>	50
Gambar 4.18 <i>Confusion Matrix</i> skenario <i>Benchmark</i>	51
Gambar 4.19 <i>Classification Report</i> skenario <i>Baseline</i>	53
Gambar 4.20 <i>Classification Report</i> skenario <i>Proposed</i>	54

Gambar 4.21 <i>Classification Report</i> skenario <i>Benchmark</i> (VGG16)	55
--	----



DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

ANN	<i>Artificial Neural Network</i>
ASL	<i>American Sign Language</i>
BISINDO	Bahasa Isyarat Indonesia
CNN	<i>Convolutional Neural Network</i>
FN	<i>False Negative</i>
FP	<i>False Positive</i>
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
SIBI	Sistem Isyarat Bahasa Indonesia
TN	<i>True Negative</i>
TP	<i>True Positive</i>



DAFTAR ISTILAH

<i>Augmentasi Data</i>	Teknik untuk meningkatkan variasi dan jumlah data pelatihan secara artifisial melalui transformasi citra.
<i>Confusion Matrix</i>	Tabel yang merepresentasikan pemetaan jumlah prediksi yang benar dan salah untuk setiap kelas.
<i>Data Scarcity</i>	Kondisi kelangkaan dataset atau terbatasnya data yang tersedia untuk pelatihan model.
<i>Deep Learning</i>	Subbidang <i>Machine Learning</i> berbasis jaringan saraf tiruan yang memiliki banyak lapisan pemrosesan.
<i>Early Stopping</i>	Metode regularisasi untuk menghentikan proses pelatihan secara otomatis ketika kinerja model pada data validasi tidak lagi meningkat.
<i>Feature Extraction</i>	Penggunaan lapisan konvolusi dari model pra-latih sebagai pengekstraksi fitur tetap.
<i>Fine-Tuning</i>	Melatih kembali lapisan model pra-latih dengan penyesuaian bobot agar spesifik terhadap domain target.
<i>MobileNetV2</i>	Arsitektur <i>Deep Learning</i> yang dirancang spesifik untuk dijalankan pada perangkat dengan sumber daya terbatas (<i>mobile/edge</i>).
<i>Overfitting</i>	Kondisi di mana model menghafal pola data latih namun kehilangan kemampuan untuk melakukan generalisasi pada data baru.
<i>Transfer Learning</i>	Metode penggunaan kembali model yang telah dilatih pada tugas/domain tertentu untuk menyelesaikan tugas lain yang berkaitan.

INTISARI

Minimnya pemahaman masyarakat umum terhadap Bahasa Isyarat Indonesia (BISINDO) menciptakan kesenjangan komunikasi dan hambatan sosial yang signifikan bagi komunitas Tuli. Upaya menjembatani kendala ini menggunakan teknologi *Deep Learning* sering kali terhambat oleh masalah kelangkaan data (*data scarcity*) citra BISINDO jika dibandingkan dengan bahasa isyarat internasional. Keterbatasan dataset ini memicu risiko *overfitting*, di mana model klasifikasi rentan hanya menghafal data latih namun gagal melakukan generalisasi saat dihadapkan pada variasi data baru secara akurat. Untuk menyelesaikan masalah tersebut, penelitian ini menerapkan metode *Transfer Learning* menggunakan arsitektur MobileNetV2 yang ringan dan efisien untuk mengklasifikasikan alfabet BISINDO. Mengingat keterbatasan data yang hanya berjumlah 312 citra, metode ini dioptimasi dengan teknik Augmentasi Data guna memperkaya variasi fitur visual secara artifisial. Selain itu, mekanisme *Early Stopping* diintegrasikan ke dalam model guna memantau performa validasi secara berkelanjutan dan menghentikan proses pelatihan secara otomatis pada titik paling optimal untuk mencegah terjadinya *overtraining*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model usulan sangat tangguh dengan tingkat akurasi mencapai 92,31%, nilai *validation loss* terendah 0.3075, dan waktu komputasi yang efisien selama 35,01 menit, mengungguli arsitektur pembandingan VGG16 yang stagnan di akurasi 81%. Penelitian ini berkontribusi menyediakan metodologi penanganan keterbatasan data yang hasilnya dapat dimanfaatkan oleh pengembang teknologi asistif untuk membangun sistem penerjemah isyarat pada perangkat *mobile* bersumber daya rendah agar komunikasi antara komunitas Tuli dan masyarakat umum menjadi lebih inklusif.

Kata kunci: BISINDO, MobileNetV2, *Transfer Learning*, Augmentasi Data, *Early Stopping*.

ABSTRACT

The lack of public understanding of Indonesian Sign Language (BISINDO) creates significant communication gaps and social barriers for the Deaf community. Efforts to bridge these obstacles using Deep Learning technology are often hindered by data scarcity of BISINDO images compared to international sign languages. This limited dataset triggers the risk of overfitting, where classification models tend to memorize training data but fail to generalize accurately when presented with new data variations. To address this issue, this study applies the Transfer Learning method using the lightweight and efficient MobileNetV2 architecture to classify the BISINDO alphabet. Given the data limitations of only 312 images, this method is optimized with Data Augmentation techniques to artificially enrich visual feature variations. Additionally, an Early Stopping mechanism is integrated into the model to continuously monitor validation performance and automatically terminate the training process at the most optimal point to prevent overtraining. The results show that the proposed model is highly robust, achieving an accuracy rate of 92.31%, a minimum validation loss of 0.3075, and an efficient computation time of 35.01 minutes, outperforming the VGG16 comparison architecture which stagnated at 81% accuracy. This research contributes a methodology for handling data limitations that can be utilized by assistive technology developers to build sign language translation systems on low-resource mobile devices, making communication between the Deaf community and the general public more inclusive.

Keyword: BISINDO, MobileNetV2, Transfer Learning, Data Augmentation, Early Stopping.