

**IMPLEMENTASI TRANSFER LEARNING UNTUK KLASIFIKASI  
NOMINAL UANG KERTAS RUPIAH**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi Sistem Informasi



disusun oleh

**STEVI SAPUTRO**

**19.12.1226**

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2023**

**IMPLEMENTASI TRANSFER LEARNING UNTUK KLASIFIKASI  
NOMINAL UANG KERTAS RUPIAH**

**SKRIPSI**

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana  
Program Studi Sistem Informasi



disusun oleh

**STEVI SAPUTRO**

**19.12.1226**

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2023**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**SKRIPSI**

**IMPLEMENTASI TRANSFER LEARNING UNTUK KLASIFIKASI  
NOMINAL UANG KERTAS RUPIAH**

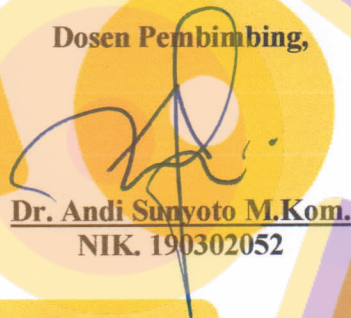
yang disusun dan diajukan oleh

**Stevi Saputro**

**19.12.1226**

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
pada tanggal 24 Juli 2023

**Dosen Pembimbing,**



**Dr. Andi Sunyoto M.Kom.**  
**NIK. 190302052**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**IMPLEMENTASI TRANSFER LEARNING UNTUK KLASIFIKASI**  
**NOMINAL UANG KERTAS RUPIAH**

yang disusun dan diajukan oleh

**Stevi Saputro**

**19.12.1226**

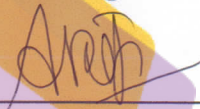
Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 24 Juli 2023

**Susunan Dewan Penguji**

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

**Arif Dwi Laksito, M.Kom.**  
**NIK. 190302150**



**Dr. Ferry Wahyu Wibowo, S.Si., M.Cs.**  
**NIK. 190302235**



**Dr. Andi Sunvoto, M.Kom.**  
**NIK. 190302052**



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
Tanggal 24 Juli 2023

**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**



**Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom.**  
**NIK. 190302096**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Stevi Saputro  
NIM : 19.12.1226

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

### **Implementasi Transfer Learning Untuk Klasifikasi Nominal Uang Kertas Rupiah**

Dosen Pembimbing : Dr. Andi Sunyoto, 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, 24 Juli 2023

Yang Menyatakan,

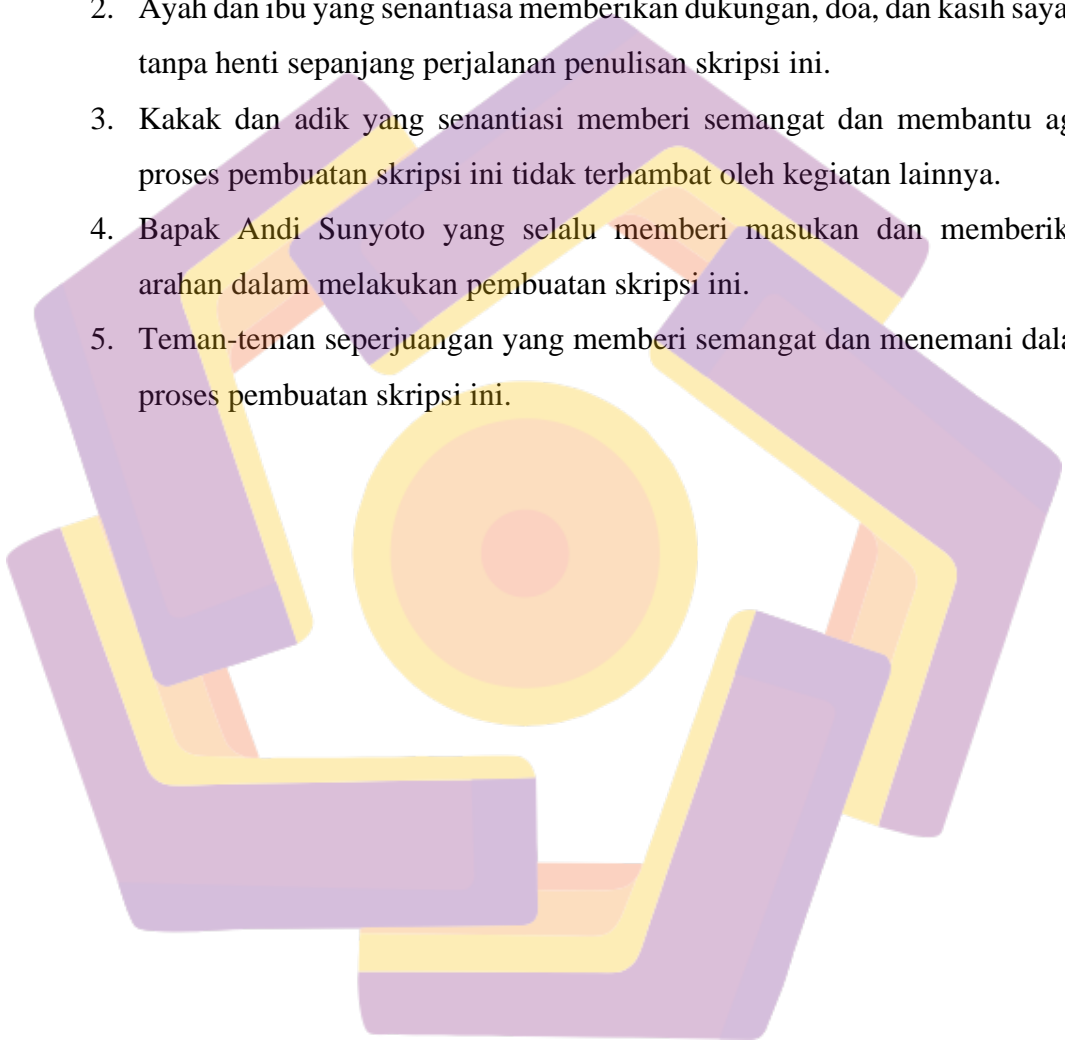


Stevi Saputro

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur, saya persembahkan skripsi ini kepada:

1. Allah SWT karena hanya dengan izin dan rahmat-Nya maka saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ayah dan ibu yang senantiasa memberikan dukungan, doa, dan kasih sayang tanpa henti sepanjang perjalanan penulisan skripsi ini.
3. Kakak dan adik yang senantiasa memberi semangat dan membantu agar proses pembuatan skripsi ini tidak terhambat oleh kegiatan lainnya.
4. Bapak Andi Sunyoto yang selalu memberi masukan dan memberikan arahan dalam melakukan pembuatan skripsi ini.
5. Teman-teman seperjuangan yang memberi semangat dan menemani dalam proses pembuatan skripsi ini.



## KATA PENGANTAR

Segala puji ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan penulis kemudahan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Penulisan skripsi ini dibuat untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Sistem Informasi Universitas Amikom Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M. selaku Rektor Universitas AMIKOM Yogyakarta.
2. Bapak Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas AMIKOM Yogyakarta.
3. Bapak Anggit Dwi Hartanto, M.Kom selaku Ketua Program S1 Sistem Informasi Universitas AMIKOM Yogyakarta.
4. Bapak Dr. Andi Sunyoto, M.Kom. selaku dosen pembimbing skripsi yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan kepada peneliti sejak awal pembuatan skripsi hingga selesai.
5. Bapak Arif Dwi Laksito, M.Kom. selaku Dosen Penguji I dan Bapak Dr. Ferry Wahyu Wibowo, S.Si., M.Cs. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan masukan untuk melengkapi kekurangan skripsi ini.
6. Semua pihak yang penulis tidak dapat sebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh sebab itu, saran dan kritik yang membangun diharapkan untuk melengkapi kekurangan skripsi ini.

Yogyakarta, 24 Juli 2023

Penulis

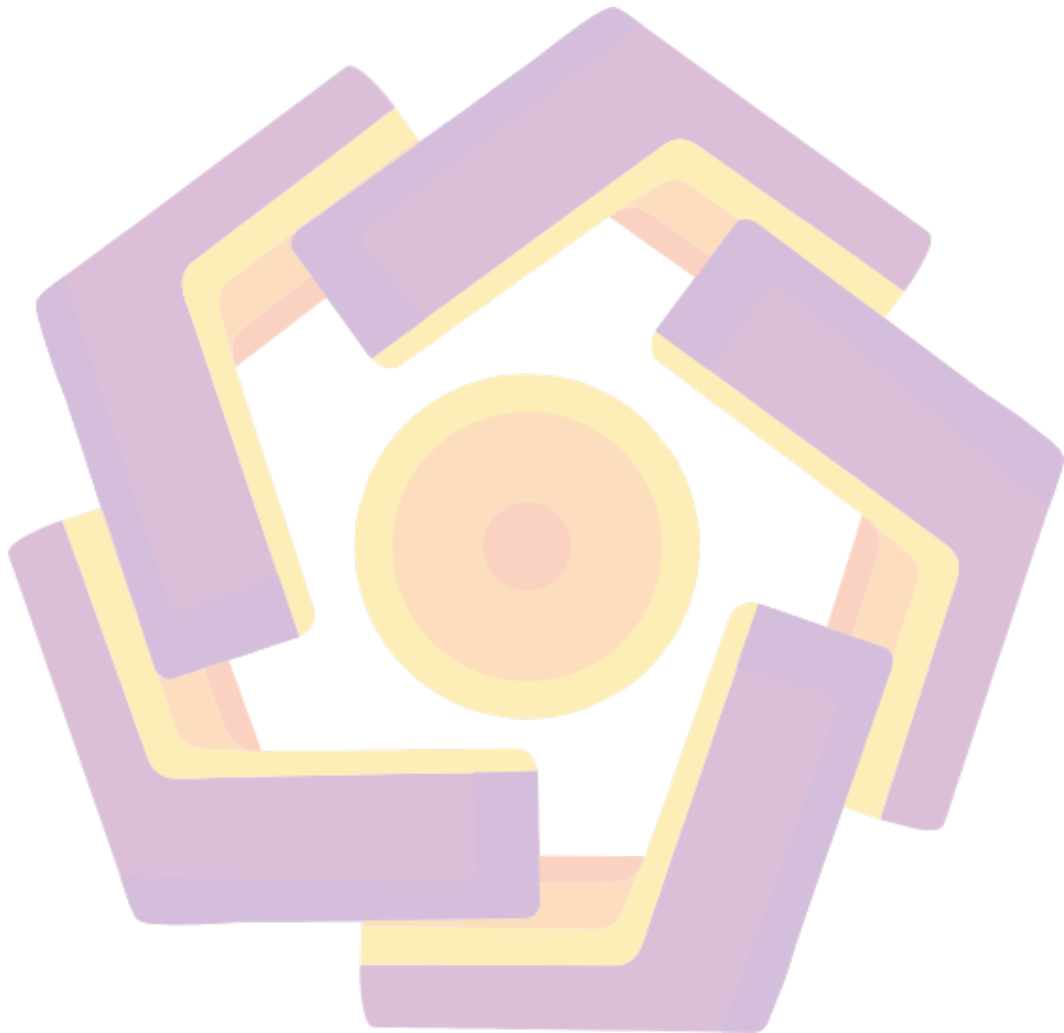
## DAFTAR ISI

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 LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN .....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
INTISARI .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
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
1.6 Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Studi Literatur .....	6
2.2 Dasar Teori .....	11
2.2.1 Uang Kertas Rupiah.....	11
2.2.2 Citra Digital .....	13
2.2.3 Artificial Inteligence .....	14
2.2.4 Machine Learning .....	15
2.2.5 Deep Learning.....	16
2.2.6 Transfer Learning.....	17



2.2.7	Convolutional Neural Network (CNN)	17
2.2.8	MobileNet	19
2.2.9	EfficientNet	20
2.2.10	Tensorflow	22
2.2.11	Augmentasi Data	23
2.2.12	Confusion Matrix	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>		<b>25</b>
3.1	Alur Penelitian	25
3.2	Tahapan Penelitian	25
3.2.1	Pengumpulan Data	25
3.2.2	Preprocessing Data	27
3.2.3	Training Model	27
3.2.4	Evaluasi	28
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		<b>29</b>
4.1	Pengumpulan Data	29
4.2	Preprocessing Data	30
4.2.1	Labeling	31
4.2.2	Upload Google Drive	32
4.2.3	Setup Colab	33
4.2.4	Pembagian Data	33
4.2.5	Preprocessing dan Augmentasi Data	35
4.3	Modeling	36
4.3.1	Proses Training	36
4.3.2	Proses Testing	38
4.3.3	Pengujian Parameter	39
4.3.4.1	Optimizer	39
4.3.4.1	Learning Rate	41
4.3.4.2	Batch Size	43
4.4	Evaluasi Hasil	45
4.4.1	Perbandingan Akurasi	45
4.4.2	Perbandingan Ukuran Model	46

BAB V PENUTUP .....	47
5.1 Kesimpulan .....	47
5.2 Saran .....	47
REFERENSI .....	49
LAMPIRAN.....	51



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Keaslian penelitian	9
Tabel 2.2 Uang kertas rupiah emisi 2016	11
Tabel 2.3 Arsitektur MobileNetV1	20
Tabel 3.1 Daftar label	26
Tabel 4.1 Penyeimbangan jumlah citra	32
Tabel 4.2 Versi library	33
Tabel 4.3 Rincian pembagian data	35
Tabel 4.4 Perbandingan optimizer Adam dan SGD	41
Tabel 4.5 Perbandingan learning rate	43
Tabel 4.6 Perbandingan batch size	45
Tabel 4.7 Perbandingan model	46

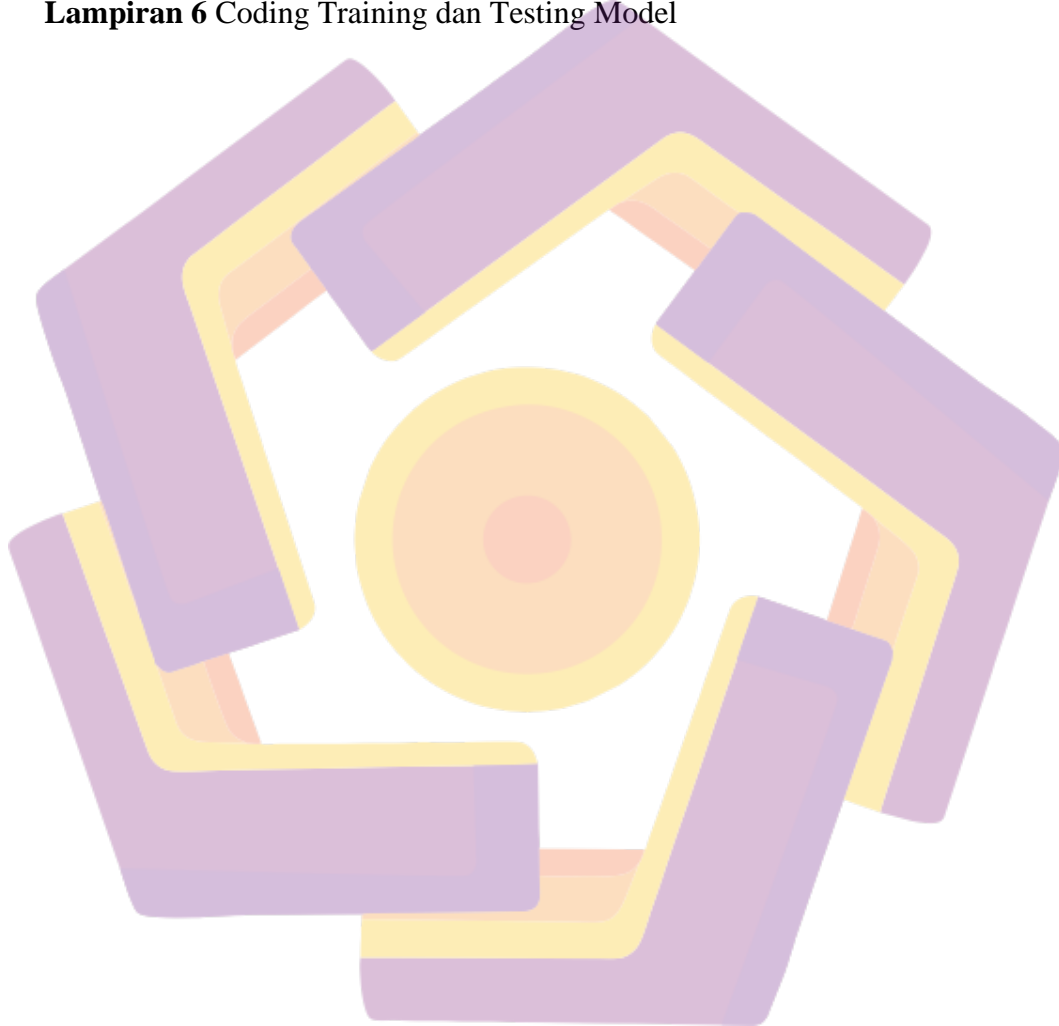


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Blind code</i>	12
Gambar 2.2 Uang kusut Rp. 10.000	13
Gambar 2.3 Matriks representasi citra digital	14
Gambar 2.4 Konsep deep learning	17
Gambar 2.5 Arsitektur CNN dengan 5 <i>layer</i> [14]	18
Gambar 2.6 Metode <i>scaling</i>	21
Gambar 2.7 Arsitektur EfficientNet-b0	22
Gambar 3.1 Alur Penelitian	25
Gambar 4.1 Redmi 6A	29
Gambar 4.2 Variasi citra	30
Gambar 4.3 Penyesuaian orientasi citra	30
Gambar 4.4 Citra blur	31
Gambar 4.5 Labeling citra	32
Gambar 4.6 Struktur direktori	33
Gambar 4.7 Coding pembagian dataset	34
Gambar 4.8 Struktur folder dataset	34
Gambar 4.9 Augmentasi data	35
Gambar 4.10 Coding dataset	36
Gambar 4.11 Arsitektur model	37
Gambar 4.12 Coding training model	37
Gambar 4.13 Coding testing model	38
Gambar 4.14 Confusion matrix model MobileNetV1 terbaik	38
Gambar 4.15 Report model MobileNetV1 terbaik	39
Gambar 4.16 Report MobileNetV1 dengan Adam dan learning rate 0,01	40
Gambar 4.17 Report MobileNetV1 dengan SGD dan learning rate 0,01	40
Gambar 4.18 Report EfficientNet-lite0 dengan Adam dan learning rate 0,01	40
Gambar 4.19 Report EfficientNet-lite0 dengan SGD dan learning rate 0,01	41
Gambar 4.20 Report MobileNetV1 dengan Adam dan learning rate 0,001	42
Gambar 4.21 Report MobileNetV1 dengan SGD dan learning rate 0,001	42
Gambar 4.22 Report EfficientNet-lite0 dengan Adam dan learning rate 0,001	42
Gambar 4.23 Report EfficientNet-lite0 dengan SGD dan learning rate 0,001	43
Gambar 4.24 Report MobileNetV1 dengan batch size 16	44
Gambar 4.25 Report MobileNetV1 dengan batch size 64	44
Gambar 4.26 Report EfficientNet-lite0 dengan batch size 16	44
Gambar 4.27 Report EfficientNet-lite0 dengan batch size 64	45

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b>	Plot Grafik Accuracy dan Loss MobileNetV1	51
<b>Lampiran 2</b>	Plot Grafik Accuracy dan Loss EfficientNet-lite0	53
<b>Lampiran 3</b>	Confusion Matriks MobileNetV1	55
<b>Lampiran 4</b>	Plot Confusion Matriks EfficientNet-lite0	58
<b>Lampiran 5</b>	Coding Pembagian Data	61
<b>Lampiran 6</b>	Coding Training dan Testing Model	61

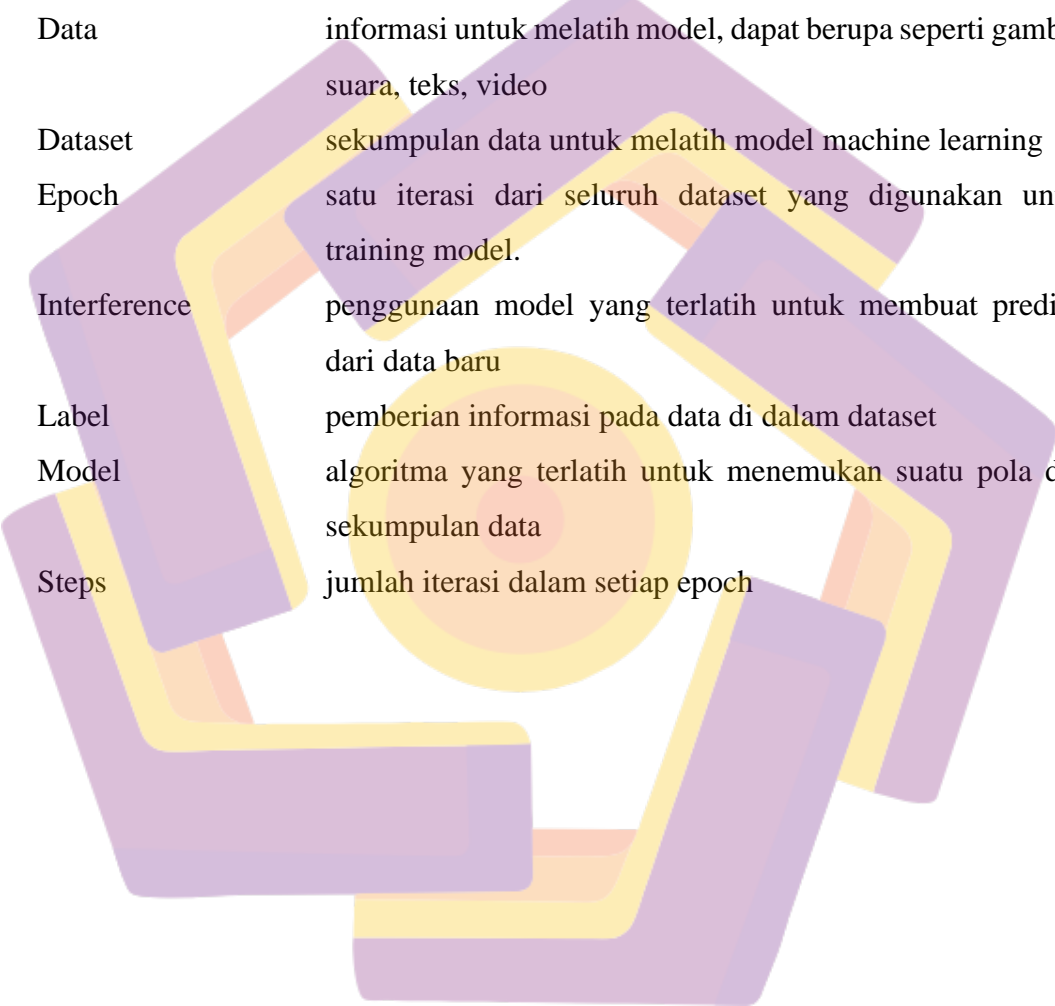


## DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

Adam	Adaptive Moment Estimation
AI	Artificial Intelligence
CNN	Convolved Neural Network
FLANN	Fast Library for Approximate Nearest Neighbors
IoT	Internet of Things
MB	Megabyte
ReLu	Rectified Linear Unit
SGD	Stochastic Gradient Descent
SURF	Speeded Up Robust Feature
YOLOv3	You Only Look Once v3



## DAFTAR ISTILAH



Batch Size	jumlah data training dalam setiap iterasi
Cross-validation	metode evaluasi model dengan membagi dataset menjadi beberapa subset, dilatih dan diuji secara bergantian untuk mendapatkan perkiraan yang lebih stabil.
Data	informasi untuk melatih model, dapat berupa seperti gambar, suara, teks, video
Dataset	sekumpulan data untuk melatih model machine learning
Epoch	satu iterasi dari seluruh dataset yang digunakan untuk training model.
Inference	penggunaan model yang terlatih untuk membuat prediksi dari data baru
Label	pemberian informasi pada data di dalam dataset
Model	algoritma yang terlatih untuk menemukan suatu pola dari sekumpulan data
Steps	jumlah iterasi dalam setiap epoch

## INTISARI

Tunanetra menghadapi kesulitan dalam membedakan mata uang karena solusi timbul yang dapat diraba pada uang tidak selalu efektif ketika uang menjadi kusut atau terlipat berkali-kali, menyebabkan potensi kesalahan dalam mengidentifikasi nominal mata uang. Penelitian ini bertujuan untuk membantu tunanetra yang kesulitan membedakan nominal mata uang karena kode tuna netra tidak dapat diraba akibat uang kusut. Dalam penelitian ini, dua model transfer learning, yaitu MobileNetV1 dan EfficientNet-lite0, digunakan untuk mengklasifikasikan nominal mata uang kertas rupiah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua model berhasil digunakan untuk tujuan ini. Model MobileNetV1 mencapai nilai akurasi tertinggi sebesar 91% dengan menggunakan optimizer Adam, learning rate 0,001, dan batch size 32. Sementara itu, model EfficientNet-lite0 mencapai akurasi tertinggi sebesar 86% dengan menggunakan optimizer Adam, learning rate 0,001, dan batch size 32 atau 16. Perbandingan hasil menunjukkan bahwa model MobileNetV1 memiliki keunggulan 5% lebih tinggi dalam akurasi testing, mencapai 91%, dibandingkan dengan model EfficientNet-lite0 yang mencapai akurasi testing sebesar 86%. Oleh karena itu, dalam penelitian ini model MobileNetV1 dapat dianggap sebagai model terbaik untuk tujuan mengklasifikasikan nominal mata uang kertas rupiah pada perangkat mobile, yang dapat membantu tunanetra dalam mengenali dan membedakan mata uang dengan lebih baik.

**Kata kunci:** klasifikasi gambar, pembelajaran mesin, transfer learning, uang kertas.



## ABSTRACT

Visually impaired individuals face difficulties in distinguishing currency due to the raised solution on the notes being ineffective when the money gets crumpled or folded multiple times, leading to potential errors in identifying the denominations. This research aims to assist visually impaired individuals in differentiating currency denominations by leveraging transfer learning. Two transfer learning models, MobileNetV1 and EfficientNet-lite0, were employed for classifying Indonesian rupiah banknotes. The results indicate that both models successfully served the purpose. Model MobileNetV1 achieved the highest accuracy of 91% using the Adam optimizer, learning rate of 0.001, and batch size of 32. On the other hand, model EfficientNet-lite0 achieved a peak accuracy of 86% with the Adam optimizer, learning rate of 0.001, and batch size of either 32 or 16. The comparison showed that MobileNetV1 outperforms EfficientNet-lite0 by 5% in testing accuracy, reaching 91% compared to EfficientNet-lite0's 86%. Consequently, in this research MobileNetV1 can be considered as the optimal model for classifying Indonesian rupiah banknotes on mobile devices, providing visually impaired individuals with improved recognition and differentiation of currency denominations.

**Keyword:** image classification, machine learning, transfer learning, banknote.