

IMPLEMENTASI PEMILAHAN SAMPAH BERBASIS ALGORITMA *TRANSFER LEARNING* CNN MENGGUNAKAN *MOBILENETV2* DAN *EFFICIENTNETB0*

Oleh:

Nama : Sean Edbert Thio

NIM : 53210216

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Program Studi Teknik Informatika



KWIK KIAN GIE
SCHOOL OF BUSINESS

INSTITUT BISNIS DAN INFORMATIKA KWIK KIAN GIE

JAKARTA

FEBRUARI 2025

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



PENGESAHAN

JUDUL

IMPLEMENTASI PEMILAHAN SAMPAH BERBASIS ALGORITMA TRANSFER LEARNING CNN MENGGUNAKAN *MOBILENETV2* DAN *EFFICIENTNETB0*

Diajukan Oleh:

Nama: Sean Edbert Thio

NIM: 53210216

Jakarta, 18 Februari 2025

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Joko Susilo S.Kom, M.M., M.Kom.

INSTITUT BISNIS dan INFORMATIKA KWIK KIAN GIE

JAKARTA 2025



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
 2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



ABSTRAK

Sean Edbert Thio/53210216/2025/Implementasi Pemilahan Sampah Berbasis Algoritma Transfer Learning CNN Menggunakan MobileNetV2 dan EfficientNetB0/ Joko Susilo, S.Kom., M.M., M.Kom,

Sampah merupakan masalah lingkungan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan urbanisasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem pemilahan sampah berbasis algoritma *Transfer Learning* CNN menggunakan dua model arsitektur, yaitu *MobileNetV2* dan *EfficientNetB0*. Tujuannya adalah untuk membantu masyarakat dalam mengidentifikasi jenis sampah secara otomatis, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja kedua model tersebut dalam mengklasifikasikan sampah menjadi beberapa kategori, yaitu plastik, kertas, besi, kaca, karton, dan sampah lain. *Dataset* yang digunakan terdiri dari 2527 gambar yang diambil dari platform Kaggle dan pengambilan data mandiri.

Landasan teori yang mendukung penelitian ini, mencakup definisi sistem, sistem informasi, sampah, machine learning, transfer learning, Convolutional Neural Network (CNN), neural network, computer vision, deep learning, data, dataset, TensorFlow, Python, MobileNetV2, EfficientNetB0, overfitting, underfitting, confusion matrix, dan penelitian terdahulu. Teori-teori ini menjelaskan konsep dasar yang digunakan dalam pengembangan sistem pemilahan sampah berbasis teknologi, termasuk algoritma CNN dan model transfer learning seperti MobileNetV2 dan EfficientNetB0.

Metodologi penelitian dimulai dengan pengumpulan dan pembersihan data, dilanjutkan dengan pelatihan model menggunakan teknik *Transfer Learning*. *Dataset* dibagi menjadi tiga bagian, yaitu data latih (60%), data validasi (20%), dan data uji (20%). Proses pelatihan dilakukan dengan menggunakan arsitektur *MobileNetV2* dan *EfficientNetB0*, yang telah dilatih sebelumnya pada *dataset* ImageNet. Kedua model tersebut kemudian dievaluasi menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, *recall*, dan *F1-score*. Selain itu, *confusion matrix* digunakan untuk menganalisis kesalahan klasifikasi yang dilakukan oleh model.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *MobileNetV2* memiliki performa yang lebih unggul dibandingkan *EfficientNetB0*. *MobileNetV2* mencapai akurasi pelatihan sebesar 87,31% dan akurasi validasi 91,57%, sementara *EfficientNetB0* mencapai akurasi pelatihan 82,46% dan akurasi validasi 88,29%. Meskipun kedua model menunjukkan kinerja yang baik, masih terdapat beberapa kesalahan klasifikasi, terutama pada sampah yang memiliki kemiripan visual. Nilai *loss* yang cukup tinggi pada kedua model (*MobileNetV2*: 39,82%, *EfficientNetB0*: 49,93%) mengindikasikan bahwa jumlah dataset masih kurang optimal untuk pelatihan yang lebih akurat.

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem klasifikasi sampah berbasis transfer learning menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan model *MobileNetV2* dan *EfficientNetB0*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *MobileNetV2* memiliki keunggulan dalam akurasi, efisiensi, dan kecepatan pelatihan dibandingkan *EfficientNetB0*. Namun, masih terdapat tantangan dalam mengurangi tingkat kesalahan klasifikasi dan *loss* model. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan penggunaan dataset yang lebih besar dan beragam, fine-tuning model, serta pengujian di berbagai kondisi lingkungan.

Kata kunci: CNN, *EfficientNetB0*, Identifikasi Sampah, *MobileNetV2*, *Transfer Learning*

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



ABSTRACT

Sean Edbert Thio/53210216/2025/Implementation of Waste Sorting Based on CNN Transfer Learning Algorithm Using MobileNetV2 and EfficientNetB0/ Joko Susilo, S.Kom, M.M., M.Kom.

Waste is an environmental issue that continues to increase with population growth and urbanization. This research aims to develop a waste sorting system based on the Transfer Learning CNN algorithm using two model architectures, namely MobileNetV2 and EfficientNetB0. The goal is to assist the public in automatically identifying waste types, thereby improving waste management efficiency. This study seeks to compare the performance of both models in classifying waste into several categories, including plastic, paper, metal, glass, cardboard, and other waste. The dataset used consists of 2,527 images sourced from the Kaggle platform and independent data collection.

The theoretical foundation supporting this research includes the definitions of systems, information systems, waste, machine learning, transfer learning, Convolutional Neural Network (CNN), neural networks, computer vision, deep learning, data, datasets, TensorFlow, Python, MobileNetV2, EfficientNetB0, overfitting, underfitting, confusion matrix, and previous research. These theories explain the fundamental concepts used in developing a technology-based waste sorting system, including the CNN algorithm and transfer learning models such as MobileNetV2 and EfficientNetB0.

The research methodology begins with data collection and cleaning, followed by model training using Transfer Learning techniques. The dataset is divided into three parts: training data (60%), validation data (20%), and test data (20%). The training process is conducted using MobileNetV2 and EfficientNetB0 architectures, which have been pre-trained on the ImageNet dataset. Both models are then evaluated using metrics such as accuracy, precision, recall, and F1-score. Additionally, a confusion matrix is used to analyze classification errors made by the models.

The results indicate that MobileNetV2 outperforms EfficientNetB0. MobileNetV2 achieves a training accuracy of 87.31% and a validation accuracy of 91.57%, while EfficientNetB0 achieves a training accuracy of 82.46% and a validation accuracy of 88.29%. Although both models demonstrate good performance, some classification errors remain, particularly for waste with similar visual characteristics. The relatively high loss values for both models (MobileNetV2: 39.82%, EfficientNetB0: 49.93%) suggest that the dataset size is still suboptimal for more accurate training.

This research successfully developed a waste classification system based on transfer learning using Convolutional Neural Networks (CNN) with MobileNetV2 and EfficientNetB0 models. The results show that MobileNetV2 has advantages in accuracy, efficiency, and training speed compared to EfficientNetB0. However, challenges remain in reducing classification errors and model loss. For future development, it is recommended to use a larger and more diverse dataset, fine-tune the model, and test it under various environmental conditions.

Keywords: CNN, EfficientNetB0, Waste Identification, MobileNetV2, Transfer Learning.



meluangkan waktu dan tenaga untuk membina dan membekali ilmu kepada penulis selama program perkuliahan berlangsung.



Hak cipta milik IBI RKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

4. Orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, semangat, dan dukungan moral maupun materi sejak awal perkuliahan hingga penyusunan karya akhir ini.
5. Rekan-rekan seangkatan Teknik Informatika 2021 yang telah bersama-sama melewati perjalanan akademik ini dan saling mendukung dalam proses penyusunan skripsi.
6. Jessica Prawika yang turut memberikan motivasi, bantuan dan dukungan dalam bentuk apa pun saat penyusunan karya akhir ini..

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan karya ini, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, dunia akademis, serta menjadi referensi bagi penelitian lebih lanjut di bidang sistem informasi dan teknologi machine learning.

Akhir kata, penulis berharap bahwa hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif serta menjadi pijakan awal dalam eksplorasi lebih lanjut mengenai *machine learning*, *transfer learning*, dan sistem klasifikasi pemilahan sampah.

Jakarta, 27 Desember 2024

Sean Edbert Thio

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian	5
E. Manfaat Penelitian	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Pengertian Sistem	7
B. Pengertian Sistem Informasi	9
C. Pengertian Sampah	10
D. Pengertian Machine Learning	10
E. Pengertian Transfer Learning	11
F. Pengertian Convolutional Neural Network	11





G.	Pengertian Neural Network	12
H.	Pengertian Computer Vision.....	13
I.	Pengertian Deep Learning	13
J.	Pengertian Data.....	14
K.	Pengertian Dataset	15
L.	Pengertian TensorFlow	15
M.	Pengertian Python.....	15
N.	Pengertian MobileNetV2	16
O.	Pengertian EfficientNetB0.....	17
P.	Pengertian Overfitting	18
Q.	Pengertian Underfitting	18
R.	Pengertian Confusion Matrix.....	18
S.	Penelitian Terdahulu	19
BAB III ANALISIS SISTEM YANG BERJALAN		21
A.	Gambaran Umum Objek Penelitian.....	21
B.	Analisis Sistem yang Berjalan.....	21
C.	Metodologi Penelitian	23
1.	Teknik Pengumpulan Data	23
2.	Teknik Analisis Data	24
3.	Teknik Pengukuran Data.....	26
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		30
A.	Proses Pembuatan Model	30

Hak Cipta Milik IBIKKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



1.	Pencarian Dataset.....	31
2.	Pembersihan Data	33
3.	<i>Training</i> dan Test Model Menggunakan <i>Transfer Learning</i> CNN	34
4.	Evaluasi dan Validasi	36
5.	Perbandingan Kinerja MobileNetV2 dan EfficientNetB0	37
B.	Implementasi Kode Pelatihan Model dengan MobileNetV2.....	37
1.	Import modul <i>library</i> yang akan digunakan	37
2.	Memuat dataset dari Google Drive	38
3.	Mengorganisir Dataset Gambar Dalam Bentuk DataFrame	40
4.	Memverifikasi Struktur dan Isi Dataset	41
5.	Visualisasi Distribusi Jumlah Gambar dalam Setiap Kelas Sampah	42
6.	Meng- <i>import</i> dan Membangun Model dari MobileNetV2	43
7.	Membagi Dataset Menjadi Data Latih, Validasi, dan Tes.....	45
8.	Melakukan Augmentasi Data (<i>Rotasi, flipping, zoom</i> , dan sebagainya)	46
9.	Melatih Model.....	48
10.	Memvisualisasikan Hasil Pelatihan Model	49
11.	Menguji Model dengan Data Uji (<i>Test Data</i>).....	51
12.	Membuat Confusion Matrix	52
13.	Menampilkan Laporan Klasifikasi	53
C.	Implementasi Kode Pelatihan Model dengan EfficientNetB0	54
1.	Import Model EfficientNetB0.....	54
2.	Mengganti Model Pre-trained dari MobileNetV2 Menjadi EfficientNetB0.....	55

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



3. Menyesuaikan Arsitektur Model.....	55
D. Hasil Pelatihan MobileNetV2.....	56
E. Hasil Pelatihan Model EfficientNetB0	59
F. Perbandingan Hasil Model MobileNetV2 dan EfficientNetB0	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	64
A. Kesimpulan.....	64
B. Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN	71
A. LOA.....	71

Hak Cipta Milik IBIKKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan Hasil Performa MobileNetV2 dan EfficientNetB0.....	62
Tabel 4.2 Perbandingan Presisi, Recall, F1-Score MobileNetV2 dan EfficientNetB0.....	63

Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie



- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
 - Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Arsitektur CNN (Convolutional Neural Network).....	12
Gambar 4.1 Alur Proses Penelitian.....	30
Gambar 4.2 Contoh Gambar Pada Dataset.....	31
Gambar 4.3 Struktur Folder Dataset di Google Drive.....	32
Gambar 4.4 Hasil Output Modul Library	38
Gambar 4.5 Hasil Output Kode Memuat Dataset dari Google Drive.....	39
Gambar 4.6 Hasil Kode Mengorganisir Dataset Gambar dalam bentuk DataFrame	41
Gambar 4.7 Output dari Kode df.head().....	42
Gambar 4.8 Output Visualisasi Distribusi Jumlah Gambar.....	43
Gambar 4.9 Output Layer Model MobileNetV2	45
Gambar 4.10 Hasil Pembagian Dataset Gambar	46
Gambar 4.11 Hasil Kode Augmentasi Data.....	48
Gambar 4.12 Hasil Output Kode Pelatihan Model MobileNetV2	49
Gambar 4.13 Hasil Visualisasi Akurasi dan Loss Pelatihan Model MobileNetV2	50
Gambar 4.14 Hasil Output Kode Pengujian Model dengan Data Uji	52
Gambar 4.15 Hasil Confusion Matrix Pelatihan Model MobileNetV2.....	53
Gambar 4.16 Hasil Output Kode Classification Report	54
Gambar 4.17 Hasil Output Kode Arsitektur Model EfficientNetB0	56
Gambar 4.18 Grafik Hasil Training MobileNetV2.....	57
Gambar 4.19 Confusion Matrix dari Hasil Model MobileNetV2	58
Gambar 4.20 Grafik Hasil Pelatihan EfficientNetB0	59
Gambar 4.21 Confusion Matrix dari Hasil Model EfficientNetB0	60



DAFTAR LAMPIRAN

LOA	71
-----	----

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.

