

**KLASIFIKASI JENIS BENDA DAUR ULANG
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN) UNTUK OPTIMALISASI PENGELOLAAN LIMBAH**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana

Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

YUSUF PUTRA SANTOSO

20.11.3337

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2025

**KLASIFIKASI JENIS BENDA DAUR ULANG
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
(CNN) UNTUK OPTIMALISASI PENGELOLAAN LIMBAH**

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi S1 Informatika



disusun oleh

YUSUF PUTRA SANTOSO

20.11.3337

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**KLASIFIKASI JENIS BENDA DAUR ULANG MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) UNTUK OPTIMALISASI
PENGELOLAAN LIMBAH**

yang disusun dan diajukan oleh

Yusuf Putra Santoso

20.11.3337

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 6 Desember 2024

Dosen Pembimbing,



Windha Mega Pradnya D. M. Kom
NIK. 190302185

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
KLASIFIKASI JENIS BENDA DAUR ULANG MENGGUNAKAN
CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) UNTUK OPTIMALISASI
PENGELOLAAN LIMBAH

yang disusun dan diajukan oleh

Yusuf Putra Santoso

20.11.3337

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 18 Desember 2024

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Tanda Tangan

Norhikmah, M.Kom
NIK. 190302245

Majid Rahardi, S.Kom., M.Eng.
NIK. 190302393

Windha Mega Pradnya Dhuhita, S.Kom., M.Kom
NIK. 190302185



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 18 Desember 2024

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302096

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Yusuf Putra Santoso
NIM : 20.11.3337

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Klasifikasi Jenis Benda Daur Ulang Menggunakan *Convolutional Neural Network (CNN)* Untuk Optimalisasi Pengelolaan Limbah

Dosen Pembimbing : Windha Mega Pradnya D, 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, 18 Desember 2024

Yang Menyatakan,



Yusuf Putra Santoso

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT Tuhan semesta alam yang telah memberikan nikmat iman dan islam. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sesuai dengan harapan penulis. Karya tulis ini penulis persembahkan kepada:

1. Allah SWT, berkat Rahmat dan kasih sayang serta hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Kedua orang tua tercinta, yaitu Alm. Bapak Agus Santoso dan Ibu Aminah, yang selalu memberikan doa dan semangat. Berkat doa dan dukungan mereka penulis dapat menyelesaikan masa studi.
3. Kepada saudara kakak yang telah memberikan dukungan dan motivasi dalam mengerjakan penelitian ini. Berkat dukungan dan motivasi tersebut dapat membantu menyelesaikan penelitian ini.
4. Dan tak luput juga kepada Riana Dewi yang telah memberikan semangat, waktu dan doa. Berkat semangat tersebut penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian ini.
5. Serta kepada teman-teman kontrakan 45A, dan teman kerja yang mana telah memberikan semangat serta dukungan moral dan berbagi suka maupun duka. Berkat dukungan tersebut dapat membantu menyelesaikan skripsi.

Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan memberikan kontribusi yang besar di masa mendatang. Saya mengucapkan terima kasih atas segala dukungan, bimbingan dan kasih sayang yang telah diberikan.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah, serta nabi agung Muhammad SAW yang telah memberikan harapan untuk seluruh umat manusia, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Penulisan skripsi proses terakhir dalam menyelesaikan pendidikan untuk memperoleh gelar sarjana komputer pada Universitas Amikom Yogyakarta. Penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua yaitu Alm. Bapak Agus Santoso serta Ibu Aminah dalam mensupport penulis dalam mengerjakan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing, Ibu Windha Mega Pradnya D, S.Kom, M.Kom atas waktunya dalam menjalani proses pengerjaan dan pengembangan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari berbagai pihak guna perbaikan di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan para pembaca.

Yogyakarta, 12 Desember 2024

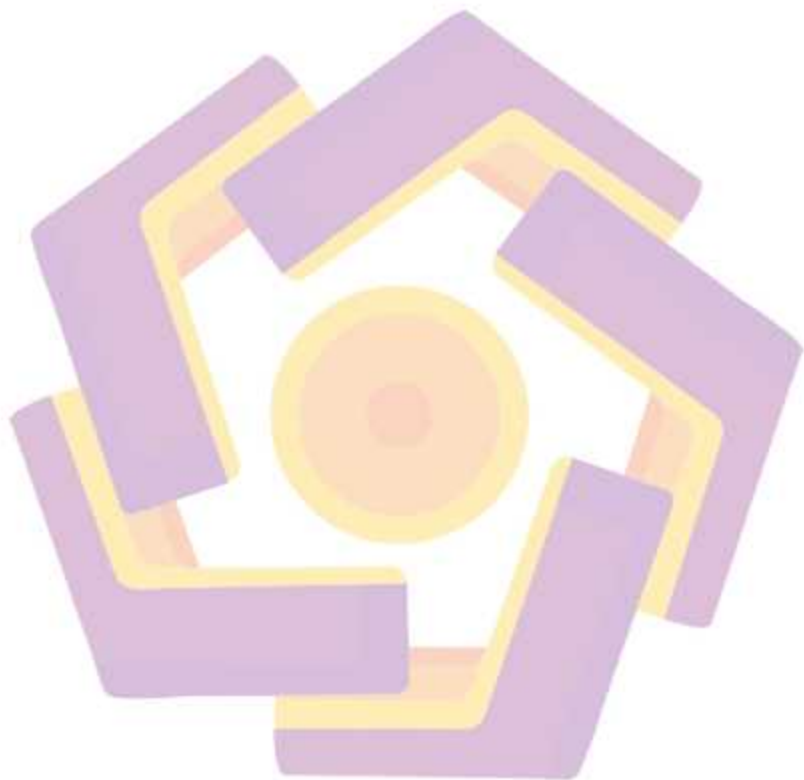


Yusuf Putra Santoso

DAFTAR ISI

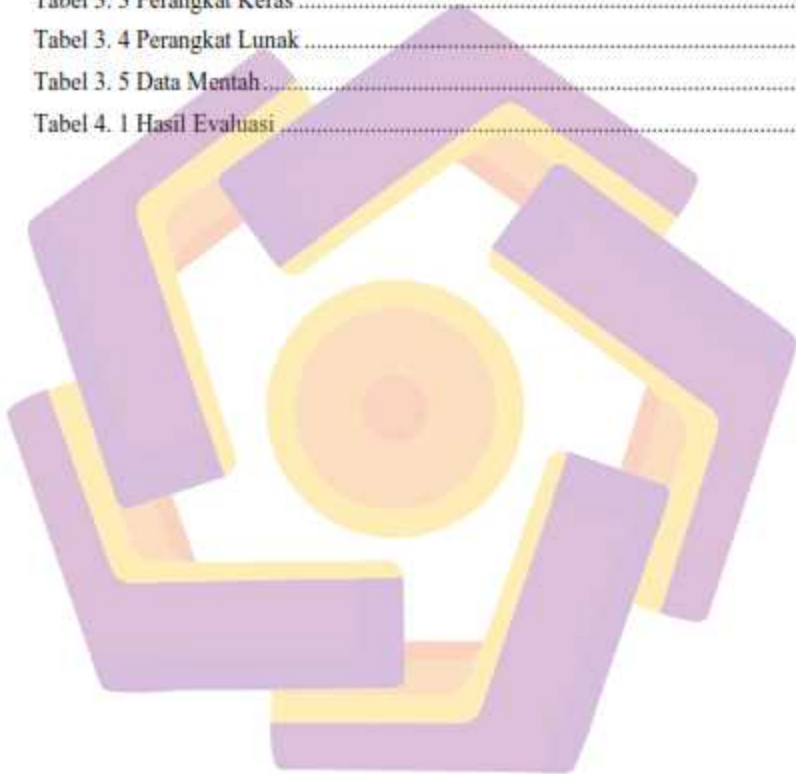
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xi
DAFTAR ISTILAH.....	xii
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Literatur.....	5
2.2 Dasar Teori.....	11
2.2.1 Pengelolaan Limbah Daur Ulang.....	11
2.2.2 Dataset.....	11
2.2.3 Convolutional Neural Network (CNN).....	11
2.2.4 Transfer Learning.....	12
2.2.5 Jaringan Saraf ResNet-50.....	12
2.2.6 Jaringan Saraf VGG 19.....	12
2.2.7 Softmax.....	13
2.2.8 Data Loader.....	13
2.2.9 Fungsi Optimasi torch.optim.Adam.....	14

2.2.10	Confusion Matrix	14
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Objek Penelitian	15
3.2	Alur Penelitian	15
3.2.1	Pengambilan Dataset	16
3.2.2	Data Understanding	17
3.2.3	Data Preparation	18
3.2.4	Modifikasi Dataset	19
3.2.5	Pembagian Dataset	19
3.2.6	Ekstraksi Fitur Library PyTorch	19
3.2.7	Fitur Ekstraksi ResNet-50	20
3.2.8	Pelatihan Jaringan Syaraf ResNet-50	20
3.2.9	Fitur Ekstraksi Jaringan Syaraf VGG19	21
3.2.10	Pelatihan Jaringan Syaraf VGG19	22
3.2.11	Evaluasi Model	22
3.3	Alat dan Bahan	23
3.3.1	Alat Penelitian	23
3.3.2	Bahan Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Persiapan Data	25
4.2	Pembagian Dalam Dataset	27
4.3	Preprocessing	27
4.4	Pembagian Dataset	29
4.5	Implementasi Model dan Evaluasi <i>ImageClassificationBase</i>	29
4.6	Implementasi Jaringan Syaraf ResNet-50	30
4.7	Melatih Data Menggunakan Arsitektur ResNet-50	30
4.8	Evaluasi Arsitektur ResNet-50	31
4.9	Implementasi Jaringan Syaraf VGG19	33
4.10	Melatih Data Menggunakan Arsitektur VGG19	33
4.11	Evaluasi Arsitektur VGG19	34
BAB V PENUTUP		39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
REFERENSI		40



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keaslian Penelitian	7
Tabel 3. 1 Jumlah Dataset per kelas.....	18
Tabel 3. 2 Pembagian Dataset.....	19
Tabel 3. 3 Perangkat Keras	23
Tabel 3. 4 Perangkat Lunak	23
Tabel 3. 5 Data Mentah.....	24
Tabel 4. 1 Hasil Evaluasi	36

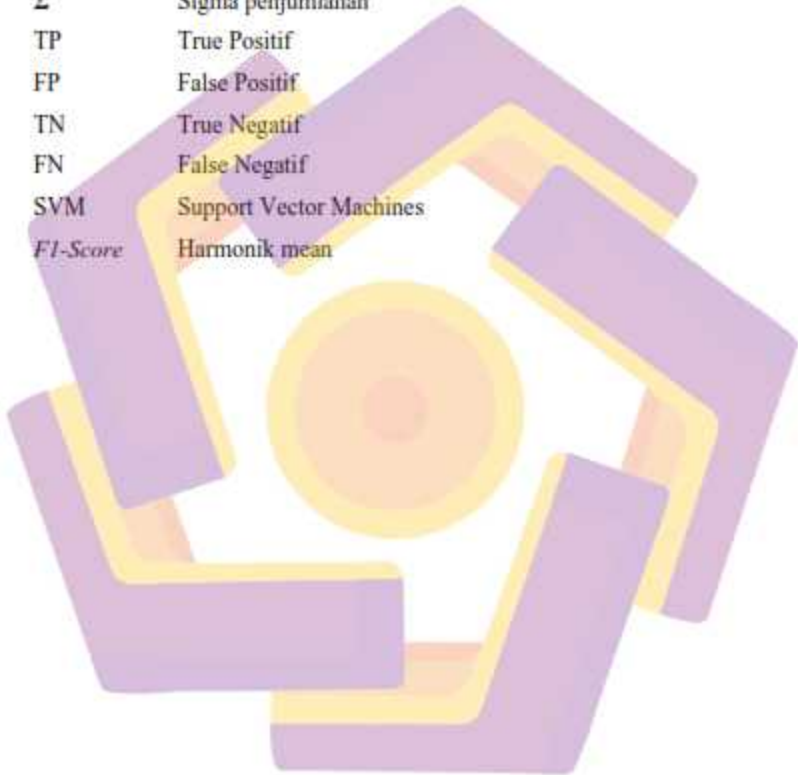


DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Penelitian	16
Gambar 3.3 Kelas paper	17
Gambar 3.4 Kelas metal	17
Gambar 3.5 Kelas cardboard	17
Gambar 3.6 Kelas Plastic	17
Gambar 3.7 Kelas glass	18
Gambar 3.8 Kelas trash	18
Gambar 3.9 Arsitektur ResNet-50	20
Gambar 3.10 Arsitektur VGG19	21
Gambar 4. 1 Persiapan Data	25
Gambar 4. 2 Dataset	26
Gambar 4.3 Menentukan file directory dataset	27
Gambar 4.4 Modifikasi dataset	27
Gambar 4.5 Hasil modifikasi dataset	28
Gambar 4.6 Pembagian Dataset	29
Gambar 4.7 Implementasi model ImageClassificationBase	30
Gambar 4.8 Implementasi Jaringan Syaraf ResNet-50	30
Gambar 4.9 Hasil train ResNet-50	31
Gambar 4.10 Confusion Matrix ResNet-50	32
Gambar 4.11 Akurasi ResNet-50	33
Gambar 4.12 Implementasi Jaringan Syaraf VGG19	33
Gambar 4.13 Hasil train VGG19	34
Gambar 4.14 Confusion matrix VGG19	35
Gambar 4.15 Akurasi VGG19	36

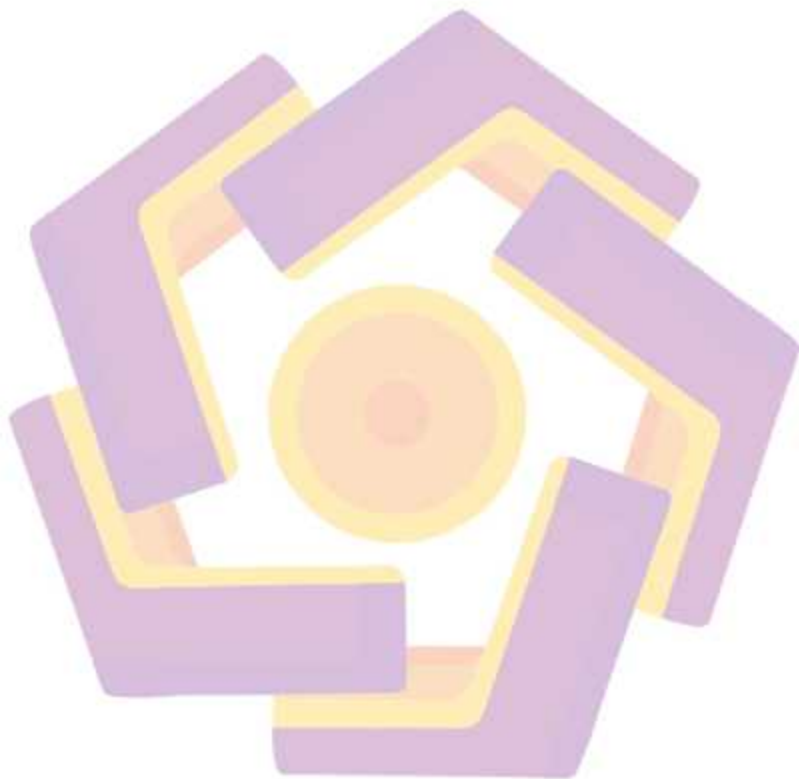
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

CNN	Convolutional Neural Network
ResNet	Residual Network
VGG	Visual Geometry Group
Σ	Sigma penjumlahan
TP	True Positif
FP	False Positif
TN	True Negatif
FN	False Negatif
SVM	Support Vector Machines
<i>F1-Score</i>	Harmonik mean



DAFTAR ISTILAH

Exp	Bilangan konstan euler
Preprocessing	Persiapan data
Epoch	Hyperparameter



INTISARI

Penanganan limbah yang efisien dan berkelanjutan merupakan salah satu tantangan besar dalam pelestarian lingkungan. Dalam konteks ini, pengklasifikasian benda daur ulang memiliki peran penting dalam meningkatkan efektivitas proses pemilahan dan pengolahan limbah. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa dua model Convolutional Neural Network (CNN), yaitu ResNet50 dan VGG19, dalam sistem klasifikasi benda daur ulang. Proses penelitian dimulai dengan pengumpulan kumpulan foto benda daur ulang dari berbagai jenis bahan, seperti kertas, plastik, kaca, dll. Kemudian dataset ini diproses untuk memastikan kualitas gambar yang optimal. Dataset ImageNet yang telah dimodifikasi untuk klasifikasi barang daur ulang digunakan untuk melatih model CNN. Menilai kinerja dilakukan dengan metrik akurasi, presisi, dan recall. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa model ResNet50 memiliki akurasi sebesar 93,55%, sementara model VGG19 memiliki akurasi sebesar 83,29%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa model ResNet50 lebih baik dalam mengklasifikasikan benda yang dapat didaur ulang. Studi ini mendorong pengelolaan limbah berbasis teknologi cerdas, mendorong praktik daur ulang berkelanjutan, dan mendorong penelitian lebih lanjut tentang pengelolaan limbah dan perlindungan lingkungan.

Kata kunci: Klasifikasi, Optimalisasi, CNN, ResNet50, VGG19

ABSTRACT

Efficient and sustainable waste management is one of the major challenges in environmental conservation. In this context, classifying recyclables plays an important role in improving the effectiveness of waste sorting and processing. This study aims to compare the performance of two Convolutional Neural Network (CNN) models, namely ResNet50 and VGG19, in the classification system of recyclables. The research process begins with collecting a collection of photos of recyclables from various types of materials, such as paper, plastic, glass, etc. Then this dataset is processed to ensure optimal image quality. The modified ImageNet dataset for recyclables classification is used to train the CNN model. Performance assessment is carried out using accuracy, precision, and recall metrics. The experimental results show that the ResNet50 model has an accuracy of 93.55%, while the VGG19 model has an accuracy of 83.29%. This difference indicates that the ResNet50 model is better at classifying recyclables. This study encourages smart technology-based waste management, encourages sustainable recycling practices, and encourages further research on waste management and environmental protection.

Keyword: Classification, Optimization, CNN, ResNet50, VGG19