



**DETEKSI JENIS SAMPAH BERBASIS *COMPUTER VISION*
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN)*
DENGAN METODE CLAHE**

SKRIPSI

DESI RATNASARI 2110511152

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
JAKARTA
2025**



**DETEKSI JENIS SAMPAH BERBASIS *COMPUTER VISION*
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)
DENGAN METODE CLAHE**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer**

DESI RATNASARI 2110511152

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA
JAKARTA
2025**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Desi Ratnasari
NIM : 2110511152
Tanggal : 07 Juli 2025

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 07 Juli 2025

Yang Menyatakan



Desi Ratnasari

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Desi Ratnasari

NIM : 2110511152

Fakultas : Ilmu Komputer

Program Studi : S-1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non - exclusive Royalty Free Right*) atas skripsi saya yang berjudul: **DETEKSI JENIS SAMPAH BERBASIS *COMPUTER VISION* MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN) DENGAN METODE CLAHE**

Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (basis data), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Jakarta

Pada tanggal: 07 Juli 2025



Yang Menyatakan

Desi Ratnasari

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Deteksi Jenis Sampah Berbasis *Computer Vision* menggunakan
Convolutional Neural Network (CNN) dengan Metode CLAHE
Nama : Desi Ratnasari
NIM : 2110511152
Program Studi : SI Informatika

Disetujui oleh :

Penguji 1:
Musthofa Galih Pradana, S.Kom., M.Kom.

Penguji 2:
Nurul Afifah Arifuddin, S.Pd., M.T.

Pembimbing 1:
Ridwan Rafiudin, S.Kom, M.Kom.

Pembimbing 2:
Muhammad Adrezo, S.Kom.,M.Sc.



Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:
Dr. Widya Cholil, M.I.T.
NIP. 221112080

Dekan Fakultas Ilmu Komputer:
Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM
NIP. 197605082003121002

Tanggal Ujian Tugas Akhir:
26 Juni 2025



WASTE TYPE DETECTION BASED ON COMPUTER VISION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) WITH THE CLAHE METHOD

By Desi Ratnasari

Abstract

The increasing waste problem requires technology-based solutions, one of which involves the application of Computer Vision. The primary objective of this study is to design a waste classification model using the Convolutional Neural Network (CNN) method combined with the Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) technique to enhance the visual quality of images used during the training and evaluation stages. The dataset utilized consists of digital images of organic and inorganic waste, with two data split proportions: 56:14:30 and 64:16:20. Evaluation was conducted on four different models, both with and without the application of CLAHE. The experimental results indicate that the use of CLAHE improves detection accuracy in several tested models. The best-performing model was obtained using the 56:14:30 data split with CLAHE applied, achieving an accuracy of 94.57%. This study demonstrates that integrating CNN with CLAHE is effective in automatically detecting waste types. Therefore, the developed system has the potential to contribute to intelligent technology-based waste management solutions. Furthermore, this approach aims to enhance the effectiveness of waste sorting and recycling processes, thereby supporting the creation of a future environment that is clean, health-safe, and sustainable.

Keywords: *Computer Vision, CNN, CLAHE, Image Processing, Waste Detection.*

**DETEKSI JENIS SAMPAH BERBASIS *COMPUTER VISION*
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* (CNN)
DENGAN METODE CLAHE**

Oleh Desi Ratnasari

Abstrak

Masalah sampah yang semakin meningkat membutuhkan solusi berbasis teknologi, salah satunya melalui pemanfaatan *Computer Vision*. Tujuan utama dari kajian ini adalah untuk Merancang model klasifikasi jenis sampah menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) yang dipadukan dengan metode CLAHE guna memperbaiki tampilan visual citra yang diterapkan selama tahap training dan evaluasi model. Dataset yang dimanfaatkan berisi citra digital sampah organik dan anorganik dengan dua proporsi pembagian data, yaitu 56:14:30 dan 64:16:20. Evaluasi dilakukan terhadap empat model berbeda, baik dengan maupun tanpa penerapan teknik CLAHE. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa penggunaan CLAHE mampu meningkatkan akurasi deteksi dalam beberapa model yang diuji. Model terbaik diperoleh pada proporsi data 56:14:30 dengan penerapan CLAHE, yang mampu mencapai akurasi sebesar 94,57%. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi antara metode CNN dan teknik CLAHE terbukti efektif dalam mendeteksi jenis sampah secara otomatis. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan berpotensi menjadi bagian dari solusi dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi cerdas. Selain itu, pendekatan bermaksud membantu meningkatkan efektivitas dalam pengelolaan ulang sampah dan memilah sampah, sehingga mendukung terciptanya lingkungan masa depan yang terjaga kebersihannya, aman bagi kesehatan, dan berkelanjutan.

Kata kunci: *Computer Vision*, CNN, CLAHE, Deteksi Sampah, Pengolahan Citra.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, nikmat, dan petunjuk-Nya yang telah memungkinkan penulis menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Deteksi Jenis Sampah Berbasis *Computer Vision* menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan Metode CLAHE”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Ilmu Komputer pada Program Studi S1-Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak masukan berharga, dukungan moril, serta bimbingan yang sangat berarti dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan apresiasi dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriyanto, S.T., M.Sc., IPM, selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, atas dukungannya dalam penyelenggaraan pendidikan di lingkungan fakultas.
2. Ibu Dr. Widya Cholil, S.Kom., M.I.T., selaku Ketua Program Studi S1-Informatika, yang senantiasa memberikan arahan serta memfasilitasi proses akademik mahasiswa.
3. Bapak Ridwan Raafi’udin, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi 1, yang telah memberikan arahan, ilmu, serta dorongan dalam proses penelitian ini.
4. Bapak Muhammad Adrezo, S.Kom., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi 2, yang telah memberikan saran, evaluasi, dan masukan secara konstruktif hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. Kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang selalu menjadi sumber kekuatan melalui doa, dukungan, dan cinta kasih yang tiada henti.
6. Seluruh rekan dan sahabat seperjuangan yang turut membantu, berbagi semangat, serta menjadi bagian penting dalam proses penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, baik dari sisi metodologi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan karya ini ke depannya. Akhir

kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang teknologi pengolahan citra digital dan sistem klasifikasi otomatis berbasis *Computer Vision*.

Jakarta, 07 Juli 2025

Desi Ratnasari

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR RUMUS.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Sampah.....	8
2.1.1 Sampah Organik.....	8
2.1.2 Sampah Anorganik	9
2.2 <i>Computer Vision</i>	10
2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	10

2.3.1.	Lapisan Konvolusi (<i>Convolutional Layer</i>).....	11
2.3.2.	Lapisan Aktivasi (<i>Activation Layer</i>)	12
2.3.3.	Lapisan <i>Pooling</i> (<i>Pooling Layer</i>).....	12
2.3.4.	Lapisan <i>Fully Connected</i> (<i>Fully Connected Layer</i>)	13
2.3.5.	<i>Loss Function</i> dan <i>Backpropagation</i>	13
2.4	Proporsi Dataset	14
2.4.1.	Proporsi Dataset 56%:14%:30%.....	15
2.4.2.	Proporsi Dataset 64%:16%:20%.....	15
2.5	<i>Preprocessing Data</i>	15
2.5.1.	<i>Resize</i>	16
2.5.2.	Normalisasi	16
2.5.3.	Augmentasi	16
2.6	<i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	17
2.7	<i>Confusion Matrix</i>	18
2.8	<i>Accuracy</i>	19
2.9	<i>Precision</i>	19
2.10	<i>Recall</i>	20
2.11	<i>F1-Score</i>	20
2.12	Perbandingan Metode.....	20
2.13	Penelitian Terdahulu.....	22
BAB 3. METODE PENELITIAN.....		26
3.1	Tahapan Penelitian	26
3.1.1	Identifikasi Masalah.....	27
3.1.2	Studi Pustaka.....	28
3.1.3	Pengumpulan Data	28
3.1.4	<i>Preprocessing Data</i>	28

3.1.5	Pembagian Data	29
3.1.6	Perancangan Arsitektur CNN	30
3.1.7	Pelatihan Model CNN	30
3.1.8	Pengujian Model	30
3.1.9	Pemilihan Model Terbaik	33
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	33
3.3	Perangkat Keras dan Perangkat Lunak	33
3.3.1	Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	34
3.3.2	Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	34
3.4	Rencana Jadwal Penelitian	35
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Hasil Pengumpulan Data	36
4.2	Pembagian Dataset	40
4.3	<i>Preprocessing</i> Data	41
4.3.1	<i>Resize</i>	41
4.3.2	Penerapan Metode CLAHE	42
4.3.3	Augmentasi	43
4.3.4	Normalisasi	44
4.4	Proporsi Dataset	45
4.5	Perancangan Arsitektur CNN	46
4.5.1.	Convolutional Neural Network Dasar	46
4.5.2.	Convolutional Neural Network Lanjutan	47
4.6	Hasil Pemodelan	50
4.6.1	Hasil Model CNN Dasar	50
4.6.2	Hasil Model 1 (Proporsi Dataset 56:14:30 tanpa CLAHE)	52
4.6.3	Hasil Model 2 (Proporsi Dataset 56:14:30 dengan CLAHE)	54

4.6.4	Hasil Model 3 (Proporsi Dataset 64:16:20 tanpa CLAHE)	55
4.6.5	Hasil Model 4 (Proporsi Dataset 64:16:20 dengan CLAHE).....	57
4.7	Pengujian dan Evaluasi Model.....	59
4.7.1	Pengujian dan Evaluasi Model CNN Dasar	59
4.7.2	Pengujian dan Evaluasi Model 1	63
4.7.3	Pengujian dan Evaluasi Model 2.....	67
4.7.4	Pengujian dan Evaluasi Model 3.....	71
4.7.5	Pengujian dan Evaluasi Model 4.....	75
4.8	Pemilihan Model Terbaik	79
BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN		81
5.1	Kesimpulan	81
5.2	Saran.....	82
DAFTAR PUSTAKA		83
RIWAYAT HIDUP		88
LAMPIRAN		89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh sampah organik.....	9
Gambar 2.2 Contoh sampah anorganik.....	9
Gambar 2.3 Gambar hubungan AI, ML, DL.....	10
Gambar 2.4 Ilustrasi convolutional neural network (CNN).....	11
Gambar 2.5 Ilustrasi proses konvolusi citra	11
Gambar 2.6 Ilustrasi operasi max pooling	12
Gambar 2.7 Flowchart alur resize	16
Gambar 2.8 Flowchart alur normalisasi	16
Gambar 2.9 Flowchart alur augmentasi	17
Gambar 2.10 Citra asli (a)(c)(e) citra setelah CLAHE (b)(d)(f)	18
Gambar 2.11 Confusion Matrix	19
Gambar 3.1 Tahapan penelitian.....	27
Gambar 3.2 Skenario model 1.....	31
Gambar 3.3 Skenario model 2.....	31
Gambar 3.4 Skenario model 3.....	32
Gambar 3.5 Skenario model 4.....	32
Gambar 4.1 Citra (a) cardboard, citra (b) paper, citra (c) glass, citra (d) plastic, citra (e) metal	37
Gambar 4.2 Citra (a) food organics, citra (b) vegetation.	38
Gambar 4.3 Citra (a) Biological.....	39
Gambar 4.4 Citra (a) Primer organik, citra (b) primer anorganik	40
Gambar 4.5 Citra (a) sebelum resize citra (b) setelah resize.....	42
Gambar 4.6 Citra (a) sebelum CLAHE citra (b) setelah CLAHE pada sampah organik.....	43
Gambar 4.7 Citra (a) sebelum CLAHE citra (b) setelah CLAHE pada sampah anorganik.....	43
Gambar 4.8 Citra (a) citra hasil augmentasi.....	44
Gambar 4.9 Perubahan nilai piksel setelah normalisasi.....	45
Gambar 4.10 Visualisasi Arsitektur CNN Dasar	47
Gambar 4.11 Arsitektur CNN Dasar	47
Gambar 4.12 Visualisasi Arsitektur CNN Lanjutan.....	48

Gambar 4.13 Arsitektur CNN Lanjutan	49
Gambar 4.14 Grafik Pelatihan Model CNN Dasar	52
Gambar 4.15 Grafik pelatihan model 1	53
Gambar 4.16 Grafik pelatihan model 2	55
Gambar 4.17 Grafik pelatihan model 3	57
Gambar 4.18 Grafik pelatihan model 4	58
Gambar 4.19 Hasil Output dari model.evaluate Pengujian Model CNN dasar	60
Gambar 4.20 Confusion Matrix Pengujian Model CNN Dasar	60
Gambar 4.21 Classification Report Pengujian Model CNN Dasar	62
Gambar 4.22 Jumlah prediksi Pengujian Model CNN Dasar	62
Gambar 4.23 Citra Hasil Pengujian Model CNN Dasar	63
Gambar 4.24 Hasil Output dari model.evaluate Pengujian Model 1	63
Gambar 4.25 Confusion Matrix Pengujian Model 1	64
Gambar 4.26 Classification Report Pengujian Model 1	66
Gambar 4.27 Jumlah prediksi Pengujian Model 1	66
Gambar 4.28 Citra Hasil Pengujian Model 1	67
Gambar 4.29 Hasil Output dari model.evaluate Pengujian Model 2	67
Gambar 4.30 Confusion Matrix Pengujian Model 2	68
Gambar 4.31 Classification Report Pengujian Model 2	70
Gambar 4.32 Jumlah prediksi Pengujian Model 2	70
Gambar 4.33 Citra Hasil Pengujian Model 2	71
Gambar 4.34 Hasil Output dari model.evaluate Pengujian Model 3	71
Gambar 4.35 Confusion Matrix Pengujian Model 3	72
Gambar 4.36 Classification Report Pengujian Model 3	74
Gambar 4.37 Jumlah prediksi Pengujian Model 3	74
Gambar 4.38 Citra Hasil Pengujian Model 3	75
Gambar 4.39 Hasil Output dari model.evaluate Pengujian Model 4	75
Gambar 4.40 Confusion Matrix Pengujian Model 4	76
Gambar 4.41 Classification Report Pengujian Model 4	78
Gambar 4.42 Jumlah prediksi Pengujian Model 4	78
Gambar 4.43 Citra Hasil Pengujian Model 4	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan metode	20
Tabel 2.2 Ringkasan penelitian terdahulu	22
Tabel 3.1 Jadwal penelitian	35
Tabel 4.1 Dataset sekunder 1	37
Tabel 4.2 Dataset sekunder 2	38
Tabel 4.3 Dataset sekunder 3	39
Tabel 4.4 Dataset primer	40
Tabel 4.5 Jumlah pembagian data skenario 1	45
Tabel 4. 6 Jumlah pembagian data skenario 2.....	46
Tabel 4.7 Hasil Pelatihan Model CNN Dasar	50
Tabel 4.8 Hasil Pelatihan Model 1	52
Tabel 4.9 Hasil Pelatihan Model 2	54
Tabel 4.10 Hasil pelatihan model 3	55
Tabel 4.11 Hasil pelatihan model 4	57
Tabel 4.12 Nilai TP, TN, FP, FN untuk Pengujian Model CNN Dasar	60
Tabel 4.13 Nilai TP, TN, FP, FN untuk Pengujian Model 1	64
Tabel 4.14 Nilai TP, TN, FP, FN untuk Pengujian Model 2.....	68
Tabel 4.15 Nilai TP, TN, FP, FN untuk Pengujian Model 3.....	72
Tabel 4.16 Nilai TP, TN, FP, FN untuk Pengujian Model 4.....	76
Tabel 4.17 Perbandingan Hasil Evaluasi Tiap Model	79

DAFTAR RUMUS

2.1 Perhitungan Konvolusi Citra.....	11
2.2 Fungsi Aktivasi ReLU.....	12
2.3 Perhitungan <i>Max Pooling</i>	13
2.4 Perhitungan <i>Max Pooling</i> Lanjutan	13
2.5 Persamaan Linear pada <i>Fully Connected Layer</i>	13
2.6 Fungsi <i>Cross-Entropy Loss</i>	14
2.7 Perhitungan Akurasi.....	19
2.8 Perhitungan Presisi.....	19
2.9 Perhitungan <i>Recall</i>	20
2.10 Perhitungan <i>F1-Score</i>	20

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset Sekunder	89
Lampiran 2. Dataset Primer	93
Lampiran 3. Ringkasan Pembagian Dataset.....	94
Lampiran 4. Kode Program Pembagian Dataset	95
Lampiran 5. Kode Program <i>Preprocessing Data</i> tanpa CLAHE	96
Lampiran 6. Kode Program Preprocessing Data dengan CLAHE	97
Lampiran 7. Kode Program Model CNN Dasar.....	98
Lampiran 8. Kode Program Model CNN Lanjutan.....	99
Lampiran 9. Kode Program Evaluasi Model (Akurasi, Presisi, Recall, F1 Score dan Confusion Matrix).....	100