

**PENERAPAN DEEP LEARNING DENGAN ALGORITMA CNN
UNTUK KLASIFIKASI SAMPAH DAUR ULANG DAN B3
(BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN) MENGGUNAKAN
ARSITEKTUR RESNET50**

Proposal Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi
Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang



Andrian Satrio Bethaviaji

202110370311518

Bidang Minat

Sains Data

PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

**Penerapan Deep Learning Dengan Algoritma CNN Untuk
Klasifikasi Sampah Daur Ulang dan B3 (Bahan Berbahaya dan
Beracun) Menggunakan Arsitektur ResNet50**

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1

Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Menyetujui,

Malang, 24 Juni 2025

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2



Ir. Yufis Azhar S.Kom., M.Kom.

NIP. 10814100544PNS.

Vinna Rahmayanti S S.Si., M.Si

NIP. 180306071990PNS.

LEMBAR PENGESAHAN

**Penerapan Deep Learning Dengan Algoritma CNN Untuk
Klasifikasi Sampah Daur Ulang dan B3 (Bahan Berbahaya dan
Beracun) Menggunakan Arsitektur ResNet50**

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata I
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

ANDRIAN SATRIO BETHAVIAJI

202110370311518

Tugas Akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus melalui sidang majelis pengujian
pada tanggal 24 Juni 2025

Menyetujui,

Dosen Penguji 1



Setio Basuki MT., Ph.D.

NIP. 10809070477PNS.

Dosen Penguji 2



Christian Sri Kusuma Aditva

S.Kom., M.Kom

NIP. 180327021991PNS.



Mengetahui,
Dekan Jurusan Informatika



Ir. Galih Wasis Wicaksono S.kom. M.Cs.

NIP. 10814100541PNS.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : ANDRIAN SATRIO BETHAVIAJI

NIM : 202110370311518

FAK./JUR. : Informatika

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **“Penerapan Deep Learning Dengan Algoritma CNN Untuk Klasifikasi Sampah Daur Ulang dan B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) Menggunakan Arsitektur ResNet50”** beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Malang, 24 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan


METERAI
TEMPEL
10000
DG36BA1X42726

Ir. Yufis Azhar S.Kom., M.Kom.

ABSTRAK

Pengelolaan sampah menjadi isu penting, terutama dalam membedakan jenis sampah yang dapat didaur ulang dan sampah berbahaya (B3). Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem klasifikasi otomatis untuk delapan kategori sampah dengan memanfaatkan pendekatan pembelajaran mendalam menggunakan arsitektur ResNet50. Dataset yang digunakan berjumlah 2.641 citra, terdiri dari empat kelas sampah daur ulang dan empat kelas sampah B3. Penelitian dilakukan dengan dua skenario, yakni tanpa augmentasi dan dengan augmentasi data. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model tanpa augmentasi memberikan performa lebih baik dengan akurasi sebesar 96%, dibandingkan model dengan augmentasi yang memperoleh akurasi 94%. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik presisi, recall, dan F1-score. Analisis kesalahan menunjukkan bahwa beberapa citra mengalami salah klasifikasi akibat kemiripan pola visual antar kelas. Kesimpulannya, arsitektur ResNet50 mampu mengklasifikasikan citra sampah secara efektif, meskipun diperlukan evaluasi lanjutan terhadap proses augmentasi dan variasi dataset untuk meningkatkan ketepatan klasifikasi.

Kata Kunci: *Klasifikasi Citra, Pengolahan Sampah, ResNet50, Sampah Daur Ulang, B3, Evaluasi Model.*

ABSTRACT

Waste management remains a critical issue, especially in distinguishing recyclable waste from hazardous waste (B3). This research aims to develop an automated classification system for eight waste categories using a deep learning-based approach with the ResNet50 architecture. The dataset comprises 2,641 images, divided into four recyclable and four hazardous waste classes. The study was conducted under two scenarios: without and with data augmentation. Results indicate that the model without augmentation performed better, achieving an accuracy of 96%, compared to 94% with augmentation. Evaluation was conducted using precision, recall, and F1-score metrics. Error analysis revealed misclassifications caused by visual similarities between certain image classes. In conclusion, the ResNet50 architecture effectively classifies waste images, although further improvements in data augmentation and dataset diversity are necessary to enhance classification accuracy.

Keywords: *Image Classification, Waste Processing, ResNet50, Recyclable Waste, Hazardous Waste, Model Evaluation.*

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya, serta tak lupa shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, sehingga dengan ridha-Nya tugas akhir peneliti dengan judul “PENERAPAN DEEP LEARNING DENGAN ALGORITMA CNN UNTUK KLASIFIKASI SAMPAH DAUR ULANG DAN B3 (BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN) MENGGUNAKAN ARSITEKTUR RESNET50” dapat terselesaikan.

Pada kesempatan ini peneliti dengan segala kerendahan hati mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya dan memberikan kemudahan kepada penulis dalam mengerjakan penelitian ini.
2. Orang tua satu-satunya saat ini, bapak Wiwin Wishnu Aji yang selalu memberikan dukungan, do'a, motivasi, kasih sayang serta materiil selama masa pendidikan sarjana strata 1 Informatika.
3. Saudara kandung, kakak Aryan Yudha Viantama Aji dan adik Adhi Syahputra Triviaji yang selalu memberikan do'a, dukungan, dan juga semangat kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Dosen pembimbing, Bapak Yufis Azhar, S.Kom., M.Kom. dan Ibu Vinna Rahmayanti SN, S.Si., M.Si. yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Dosen wali, Bapak Ilyas Nuryasin, S.Kom., M.Kom. yang telah membimbing penulis dari awal perkuliahan hingga saat ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Informatika Universitas Muhammadiyah Malang dalam memberikan ilmu pengetahuan serta bantuan yang sangat berarti selama penulis mengikuti kegiatan perkuliahan.
7. Seluruh teman kelas K angkatan 2021 yang telah mendukung, memotivasi, dan juga membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Teman terdekat seperjuangan, yakni mahasiswa dengan NIM 202110370311497, 202110370311500, 202110370311513 dan

20210370311514 yang senantiasa mendukung dan menolong dalam berbagai kondisi selama penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

9. Almarhumah ibu, Elvia Kaloka Ratna yang selalu menjadi motivasi dan semangat bagi penulis untuk bisa menyelesaikan studi dari awal perkuliahan hingga saat ini.
10. Diri saya sendiri, yang telah mampu dan kuat dalam menjalani masa perkuliahan dengan berbagai tantangan dan kesulitan. Namun, tetap bertahan dan berjuang dari awal hingga akhir.

Malang, 2 Agustus 2025



Andrian Satrio Bethaviaji



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul:

**“PENERAPAN DEEP LEARNING DENGAN ALGORITMA CNN UNTUK
KLASIFIKASI SAMPAH DAUR ULANG DAN B3 (BAHAN BERBAHAYA
DAN BERACUN) MENGGUNAKAN ARSITEKTUR RESNET50”**

Dalam penelitian ini disajikan pokok pokok pembahasan meliputi latar belakang, metode penelitian serta hasil dan pembahasan yang telah didapat pada proses penelitian ini. Diberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada proses penelitian.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan dalam penulisan tugas akhir ini. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan saran yang membangun agar penulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, 2 Agustus 2025



Andrian Satrio Bethaviaji

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur	5
2.2 Pengelolaan dan Klasifikasi Sampah	9
2.2.1 Definisi Sampah	9
2.2.2 Metode Klasifikasi Sampah	9
2.3 <i>Image Processing</i>	10
2.4 <i>Deep Learning</i>	10
2.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	10
2.6 Arsitektur ResNet50	11

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Alur Penelitian	12
3.2 Dataset	12
3.3 Data Preprocessing	14
3.4 Data Splitting	14
3.5 Data Augmentation.....	14
3.6 Build Model ResNet50.....	15
3.7 Model Evaluation	17
3.8 Error Analysis	19
3.9 Skenario Pengujian	19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Splitting Dataset	20
4.2 Image Processing	20
4.3 Exploratory Data Analysis.....	21
4.4 Preprocessing	22
4.5 Data Augmentasi.....	22
4.6 Penerapan Model ResNet50	23
4.7 Pengujian Data	25
4.7.1 Skenario Pengujian 1.....	25
4.7.2 Skenario Pengujian 2.....	26
4.8 Evaluasi Hasil	27
4.8.1 Classification Report	27
4.8.2 Confusion Matrix.....	28
4.9 Perbandingan Hasil dan Analisis Error	30
BAB V KESIMPULAN.....	37
5.1 Kesimpulan	37

5.2 Saran..... 37
Daftar Pustaka..... 39

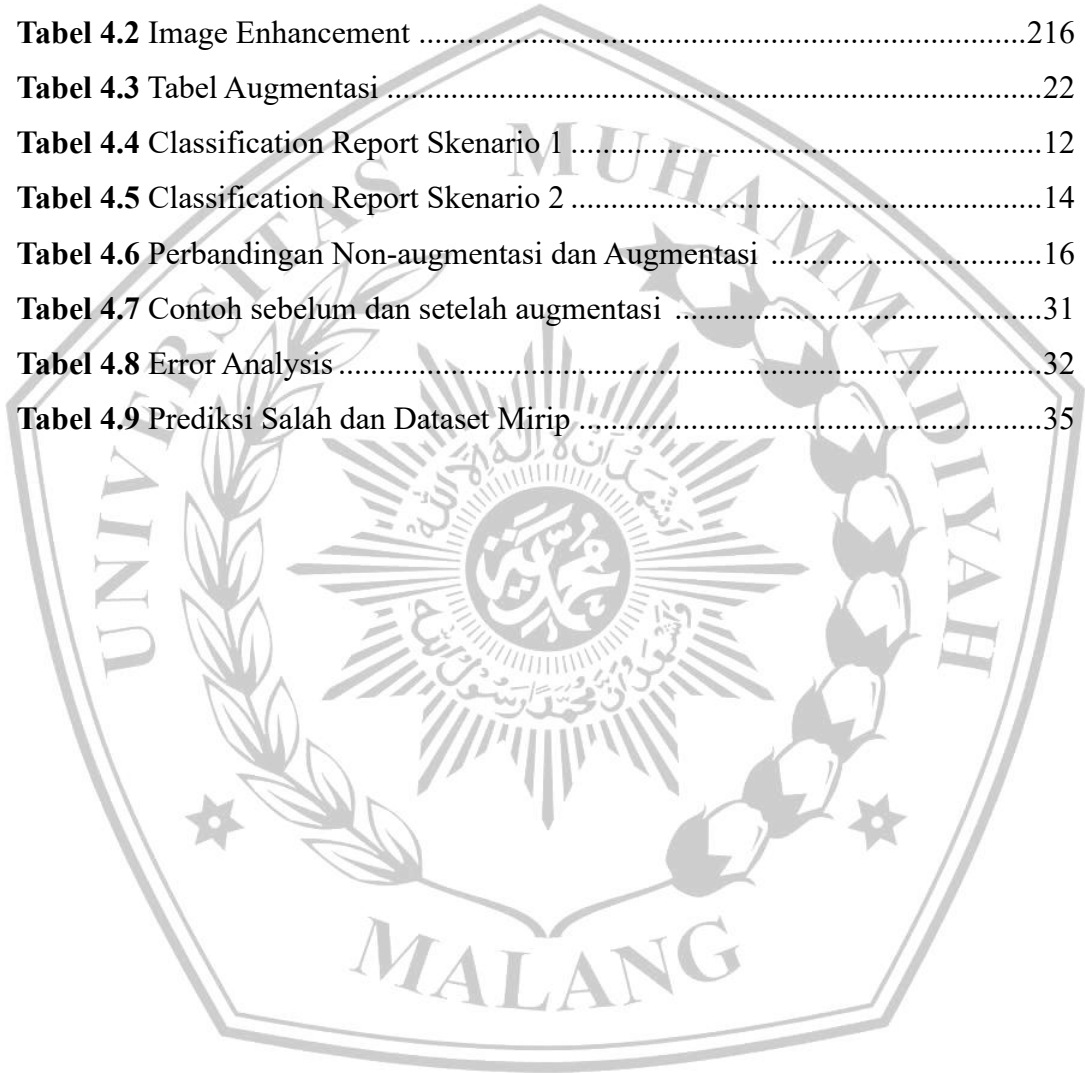


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur CNN [19]	11
Gambar 2.2 Arsitektur ResNet50 [20]	11
Gambar 3.1 Flowchart Metodologi Penelitian	12
Gambar 3.2 Sampel Citra Sampah Daur Ulang.....	14
Gambar 3.3 Sampel Citra Sampah B3.....	16
Gambar 3.4 Arsitektur Model ResNet50 [22]	12
Gambar 4.1 Hasil Image Enhancement	21
Gambar 4.2 Hasil Deteksi Sobel.....	22
Gambar 4.3 Hasil Augmentasi.....	23
Gambar 4.4 Source Code Model ResNet50.....	24
Gambar 4.5 Hasil Klasifikasi Model	25
Gambar 4.6 Grafik Accuracy dan Loss Model ResNet50 Skenario 1	25
Gambar 4.7 Grafik Accuracy dan Loss Model ResNet50 Skenario 2	26
Gambar 4.8 Confusion Matrix Skenario 1.....	28
Gambar 4.9 Confusion Matrix Skenario 2.....	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tabel Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3.1 Augmentasi yang dilakukan pada data	11
Tabel 3.2 Hyperparameter pada model.....	12
Tabel 4.1 Hasil Data Splitting.....	14
Tabel 4.2 Image Enhancement	216
Tabel 4.3 Tabel Augmentasi	22
Tabel 4.4 Classification Report Skenario 1	12
Tabel 4.5 Classification Report Skenario 2	14
Tabel 4.6 Perbandingan Non-augmentasi dan Augmentasi	16
Tabel 4.7 Contoh sebelum dan setelah augmentasi	31
Tabel 4.8 Error Analysis	32
Tabel 4.9 Prediksi Salah dan Dataset Mirip.....	35



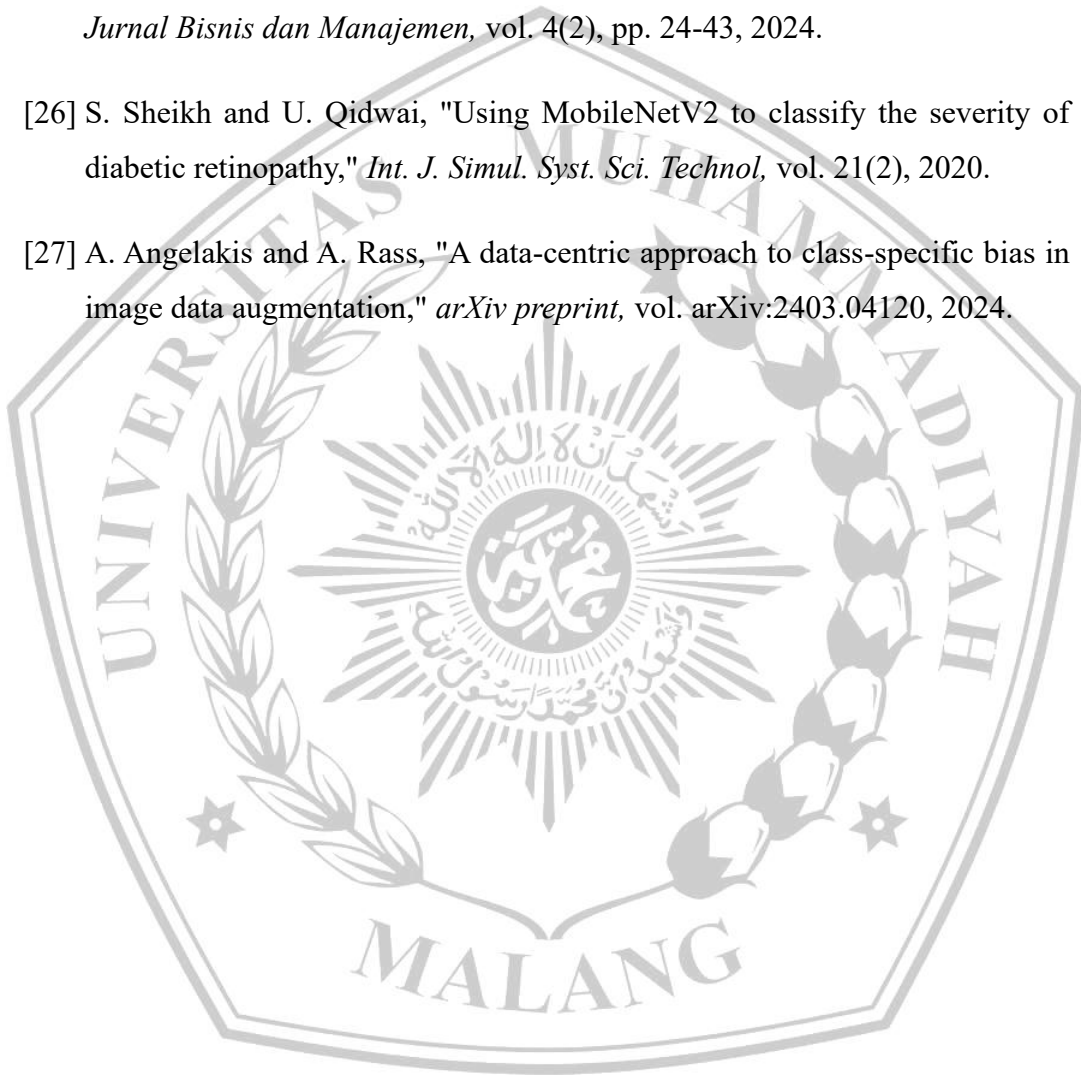
Daftar Pustaka

- [1] T. Kumari and A. S. Raghubanshi, "Waste management practices in the developing nations: challenges and opportunities," *Waste Management and Resource Recycling in the Developing World*, pp. 773-797, 2023.
- [2] J. L. Setiani, "IMPLEMENTASI CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR RESNET50 UNTUK IDENTIFIKASI JENIS SAMPAH PLASTIK," *Doctoral dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 2020.
- [3] J. Qin, C. Wang, X. Ran, S. Yang and B. Chen, "A robust framework combined saliency detection and image recognition for garbage classification," *Waste Management*, vol. 140, pp. 193-203, 2022.
- [4] S. MENG and W.-T. CHU, "A study of garbage classification with convolutional neural networks," *In: 2020 indo-taiwan 2nd international conference on computing, analytics and networks (indo-taiwan ican)*, pp. 152-157, 2020.
- [5] Y. Nan, J. Ju, Q. Hua, H. Zhang and B. Wang, "A-MobileNet: An approach of facial expression recognition," *Alexandria Engineering Journal*, vol. 61(6), pp. 4435-4444, 2022.
- [6] H. OKTAFIANDI, W. WINARNIE and S. M. R. OLAJUWON, "Perbandingan Algoritma untuk Analisis Sentimen Terhadap Google Play Store Menggunakan Machine Learning," *Jurnal Ekonomi dan Teknik Informatika*, vol. 11(2), pp. 16-21, 2023.
- [7] W. WINARNIE, K. KUSRINI and A. D. HARTANTO, "Pengurangan Dimensi dengan Metode Linear Discriminant Analist (LDA)," *Infotek: Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 6(2), pp. 228-237, 2023.

- [8] B. Xu, W. Wang, L. Guo, G. Chen, Y. Li, Z. Cao and .. Wu, "CattleFaceNet: A cattle face identification approach based on RetinaFace and ArcFace loss," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 193, p. 106675, 2022.
- [9] E. Prasetyo, R. Purbaningtyas, R. D. Adityo, N. Suciati and C. Fatichah, "Combining MobileNetV1 and Depthwise Separable convolution bottleneck with Expansion for classifying the freshness of fish eyes," *Information Processing in Agriculture*, vol. 9(4), pp. 485-496, 2022.
- [10] S. Zhang, Y. Chen and H. Gong, "Computer vision based two-stage waste recognition-retrieval algorithm for waste classification," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 169, p. 105543, 2021.
- [11] S. A. ElGhany, M. R. Ibraheem, M. Alruwaili and M. Elmogy, "Diagnosis of Various Skin Cancer Lesions Based on Fine-Tuned," *Computers, Materials & Continua*, vol. 68(1), p. 120, 2021.
- [12] H. OKTAFIANDI and W. WINARNIE, "Implementasi Algoritma Convolution Neural Network pada Klasifikasi Limbah dengan Arsitektur MobileNet," *Wijayakusuma National Conference (WinCo) 2023*, pp. 97-106, 2023.
- [13] E. Sutanty, D. K. Astuti, M. and H. , "PENERAPAN MODEL ARSITEKTUR VGG16 UNTUK KLASIFIKASI JENIS SAMPAH," *DECODE: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 3(2), p. 417, 2023.
- [14] P. N. Dacipta and R. E. Putra, "Sistem Klasifikasi Limbah Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Pada Webservice Berbasis Framework Flask," *Journal of Informatics and Computer Science (JINACS)*, vol. 3(04), pp. 394-402, 2022.
- [15] M. Fansyuri, "Analisis Algoritma Neural Network Untuk Identifikasi Jenis Apel Berbasis Ekstraksi Fitur Bentuk Dan Warna," *LOGIC: Jurnal Ilmu Komputer dan Pendidikan*, vol. 1(6), pp. 1662-1671, 2023.

- [16] N. Christin Evasari, "Perbandingan Klasifikasi Jenis Sampah Menggunakan Convolutional Neural Network Dengan Arsitektur ResNet18 dan ResNet50," *Doctoral dissertation, UNIVERSITAS BINA DARMA, 2023.*
- [17] E. Maulana, C. Setaningsih and M. W. Paryasto, "Sistem Deteksi Pelanggaran Kelebihan Penumpang Pada Kendaraan Sepeda Motor Roda Dua Menggunakan Algoritma Faster RCNN," *eProceedings of Engineering*, vol. 10(1), 2023.
- [18] L. Shiloh-Per and R. Giryes, "Introduction to deep learning," *In Machine Learning for Data Science Handbook: Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*, pp. 301-338, 2023.
- [19] A. Hibatullah, "Penerapan metode convolutional neural network pada pengenalan pola citra sandi rumput," *Journal of Informatics and Computer Science*, vol. 1(02), pp. 1-8, 2019.
- [20] B. Mandal, A. Okeukwu and Y. Theis, "Masked face recognition using resnet-50," *arXiv preprint arXiv:2104.08997*, 2021.
- [21] U. Khultsum, F. Sarasati and G. Taufik, "Penerapan Metode Mobile-Net Untuk Klasifikasi Citra Penyakit Kanker Paru-Paru," *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, vol. 9(5), pp. 1366-1374, 2022.
- [22] S. Shivadekar, D. B. Kataria, S. Hundekar, K. Wanjale, V. P. Balpande and R. Suryawanshi, "Deep learning based image classification of lungs radiography for detecting COVID-19 using a deep CNN and ResNet 50," *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, vol. 11, pp. 241-250, 2023.
- [23] R. Febriawan, "Klasifikasi Gender Pada Citra Wajah Menggunakan Convolutional Neural Network Dan Transfer Learning," *Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2022.*

- [24] M. K. Rifa, M. H. Totohendarto and M. R. Muttaqin, "Analisis Sentimen Pengguna E-Wallet Dana Dan Gopay," *JURNAL TEKNIKA*, vol. 17(2), pp. 323-332, 2023.
- [25] E. G. G. Sukmo, G. Firmansyah and B. Tjahjono, "PERBANDINGAN PREDIKSI KEBERLANJUTAN POLIS ASURANSIDENGAN MENGGUNAKAN ALGORITMA NAIVE BAYES, KNN, DAN SVM," *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, vol. 4(2), pp. 24-43, 2024.
- [26] S. Sheikh and U. Qidwai, "Using MobileNetV2 to classify the severity of diabetic retinopathy," *Int. J. Simul. Syst. Sci. Technol*, vol. 21(2), 2020.
- [27] A. Angelakis and A. Rass, "A data-centric approach to class-specific bias in image data augmentation," *arXiv preprint*, vol. arXiv:2403.04120, 2024.





UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
MALANG



FAKULTAS TEKNIK

INFORMATIKA

informatika.umm.ac.id | informatika@umm.ac.id

FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Andrian Satrio Bethaviaji
 NIM : 202110370311518
 Judul TA : Penerapan Deep Learning Dengan Algoritma CNN Untuk
 Klasifikasi Sampah Daur Ulang dan B3 (Bahan Berbahaya dan
 Beracun) Menggunakan Arsitektur ResNet50

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiarisme (%)	Hasil Cek Plagiarisme (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	9%
2.	Bab 2 – Daftar Pustaka	25 %	14%
3.	Bab 3 – Analisis dan Perancangan	25 %	16%
4.	Bab 4 – Implementasi dan Pengujian	15 %	2%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	3%
6.	Makalah Tugas Akhir	20%	8%

*) Hasil cek plagiarism diisi oleh pemeriksa (staf TU)

*) Maksimal 5 kali (4 Kali sebelum ujian, 1 kali sesudah ujian)

Mengetahui,

Pemeriksa (Staff TU)

(.....)



Kampus I

Jl. Bandung 1 Malang, Jawa Timur
 P: +62 341 551 253 (Hunting)
 F: +62 341 460 435

Kampus II

Jl. Bendungan Sutarni No 188 Malang, Jawa Timur
 P: +62 341 551 149 (Hunting)
 F: +62 341 582 060

Kampus III

Jl. Raya Tlogomas No 248 Malang, Jawa Timur
 P: +62 341 464 318 (Hunting)
 F: +62 341 460 435
 E: webmaster@umm.ac.id