

202110370311133
Aldi Smart Nur Irfansyah
Prodi Informatika

Implementasi Augmentasi Data untuk Meningkatkan Akurasi Klasifikasi Citra Aksara Jawa Berbasis Deep Learning

Tugas Akhir

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



ALDI SMART NUR IRFANSYAH

202110370311133

Bidang Minat

Data Science

PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2025/2026

LEMBAR PERSETUJUAN

Implementasi Augmentasi Data untuk Meningkatkan Akurasi Klasifikasi Citra
Aksara Jawa Berbasis Deep Learning

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Menyetujui,
Malang, 11 Desember 2025

Dosen I



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

(NIDN : 0728088701)

202110370311133
Aldi Smart Nur Irfansyah
Prodi Informatika

LEMBAR PENGESAHAN

Implementasi Augmentasi Data untuk Meningkatkan Akurasi Klasifikasi Citra Aksara Jawa Berbasis Deep Learning TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

ALDI SMART NUR IRFANSYAH
202110370311133

Tugas Akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus melalui sidang majelis penguji
pada tanggal 29 Desember 2025

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1



Ir. Yufis Azhar S.Kom., M.Kom.
NIP. 10814100544PNS.

Dosen Penguji 1



Hardianto Wibowo S.Kom., MT.
NIP. 10816120592PNS.

Dosen Penguji 2



Ir. Gita Indah Marthasari ST.,
M.Kom
NIP. 10806110442PNS.



Mengetahui,
Ketua Jurusan Informatika



Ir. Agus Eko Minarno S.Kom., M.Kom. IPM.
NIP. 10814100540PNS.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : Aldi Smart Nur Irfansyah

NIM : 202010370311133

FAK./JUR. : Informatika

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "**Implementasi Augmentasi Data untuk Meningkatkan Akurasi Klasifikasi Citra Aksara Jawa Berbasis Deep Learning**"

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



If. Yufis Azhar S.Kom., M.Kom.

Malang, 11 Desember 2025
Yang Membuat Pernyataan



Aldi Smart Nur Irfansyah

ABSTRAK

Abstrak — Aksara Jawa sebagai warisan budaya Indonesia menghadapi ancaman kepunahan akibat menurunnya minat generasi muda. Penelitian ini mengembangkan sistem pengenalan aksara Jawa berbasis deep learning menggunakan arsitektur ResNet-50 dengan transfer learning untuk mengatasi keterbatasan dataset. Dataset Indonesian Local Script Characters yang terdiri dari 20 kelas aksara dasar (11,657 gambar) dibagi menjadi training (84.3%), validasi (14.9%), dan testing (0.8%). Extreme augmentasi data diterapkan meliputi color jitter, texture transforms, Gaussian noise, rotasi ($\pm 15^\circ$), dan horizontal flip untuk meningkatkan generalisasi model. Eksperimen head-to-head dilakukan dengan membandingkan model tanpa augmentasi (Model A) dan model dengan extreme augmentation (Model B). Model A mencapai validation accuracy 99.88% namun menunjukkan overfitting ekstrem dengan test accuracy hanya 75.00% (gap 24.88%). Model B dengan augmentasi mencapai validation accuracy 99.19% dan test accuracy 92.00%, menunjukkan generalisasi superior dengan gap minimal 7.19%. Model B juga menunjukkan F1-score 91.63% dengan 13 dari 20 kelas mencapai perfect score (100%). Implementasi aplikasi web menggunakan Streamlit memungkinkan prediksi real-time dengan waktu inferensi kurang dari 1 detik per gambar. Hasil penelitian membuktikan bahwa extreme augmentation bukan hanya meningkatkan akurasi akan tetapi juga berfungsi sebagai implicit regularization yang mencegah overfitting. Penelitian ini melampaui studi terdahulu dengan eksplisit melaporkan generalization gap, memberikan bukti empiris bahwa validation accuracy tinggi tidak selalu menjamin performa production yang baik.

Kata kunci— aksara jawa; augmentasi data; convolutional neural network; deep learning; generalization gap; overfitting; resnet-50

ABSTRACT

Abstract — Javanese script, as part of Indonesia's cultural heritage, faces the threat of extinction due to declining interest among the younger generation. This study developed a deep learning-based Javanese script recognition system using the ResNet-50 architecture with transfer learning to overcome dataset limitations. The Indonesian Local Script Characters dataset, consisting of 20 basic script classes (11,657 images), was divided into training (84.3%), validation (14.9%), and testing (0.8%). Extreme data augmentation was applied, including color jitter, texture transforms, Gaussian noise, rotation ($\pm 15^\circ$), and horizontal flip to improve model generalization. A head-to-head experiment was conducted by comparing the model without augmentation (Model A) and the model with extreme augmentation (Model B). Model A achieved a validation accuracy of 99.88% but showed extreme overfitting with a test accuracy of only 75.00% (a gap of 24.88%). Model B with augmentation achieved a validation accuracy of 99.19% and a test accuracy of 92.00%, demonstrating superior generalization with a minimal gap of 7.19%. Model B also showed an F1-score of 91.63% with 13 out of 20 classes achieving a perfect score (100%). The web application implementation using Streamlit enables real-time predictions with an inference time of less than 1 second per image. The research results prove that extreme augmentation not only improves accuracy but also functions as implicit regularization that prevents overfitting. This research surpasses previous studies.

Keywords— Javanese script; data augmentation; convolutional neural network; deep learning; generalization gap; overfitting; resnet-50

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang atas limpahan rahmat, karunia, serta hidayah-Nya telah memberikan kekuatan, kesehatan, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik.

Penyelesaian Tugas Akhir ini sekaligus menjadi penanda berakhirnya perjalanan dan masa studi penulis di Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini merupakan sebuah karya sederhana yang masih jauh dari kesempurnaan. Namun, di baliknya terdapat proses pembelajaran panjang yang tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, doa, dan semangat dari berbagai pihak.

Keberhasilan ini adalah buah dari bantuan banyak insan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam, penulis ingin mempersembahkan karya ini seraya menghaturkan ucapan terima kasih yang tulus kepada orang-orang yang sangat penulis sayangi dan telah berperan besar dalam proses penyusunan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua saya, ibu Ratri Agustanti dan ayah El Khamdy yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa dan nasehat untuk penulis, serta seluruh dukungan yang tidak pernah putus selama proses studi. Terimakasih telah menjadi penyemangat dalam setiap pencapaian ini.
2. Saudara saya, Kakak Muhammad Farhan Brilliant yang selalu meberikan nasehat dan arahan, terimakasih telah mebantu. Dan kepada adik saya, saya ucapkan terimakasih juga telah menyemangati penulis.
3. Bapak Dr. Ir. Agus Eko Minarno, S.Kom., M.Kom., IPM. selaku Ketua Program Studi Informatika, atas arahan yang mempermudah proses akademik penulis.

4. Bapak Yufis Azhar, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing, terimakasih atas bimbingan, arahan, dan batuan untuk mengarahkan penulis dalam menyusun tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan Staf Program Studi Informatika, atas ilmu dan pengalaman berharga yang telah diberikan selama proses perkuliahan.
6. Teman-teman seperjuangan kuliah, terutama kepada Hasmar, Aconk, Rozzan, Rama, Azzam, dan rekan-rekan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini, memberikan dukungan moral, serta menemani penulis dalam suka maupun duka selama menyusun tugas akhir ini hingga tuntas. Kebersamaan kalian adalah motivasi yang sangat berarti bagi penulis.
7. Seseorang yang istimewa, yang namanya tidak dapat penulis sebutkan di sini. Terima kasih telah menjadi inspirasi dan motivasi bagi penulis untuk terus melangkah maju, berproses menjadi pribadi yang lebih baik, dan tetap semangat dalam menyelesaikan tantangan ini. Kehadiranmu, secara langsung maupun tidak langsung, telah memberikan warna tersendiri dalam perjalanan studi penulis.

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Swt atas limpahan rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir yang berjudul "Optimasi Hasil Klasifikasi Melanoma pada Model Deepmelanet Menggunakan Penghapusan Garis Rambut dan Peningkatan Kontras Citra". Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Fakultas Teknik, Program Studi Informatika, Universitas Muhammadiyah Malang.

Proses penyusunan laporan ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Penulis telah melalui perjalanan akademis yang penuh tantangan, namun berkat bimbingan dan motivasi yang diterima, berbagai rintangan tersebut dapat terlampaui.

Penulis menyadari bahwa hasil yang tersaji dalam tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, mengingat keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang dimiliki. Penelitian ini merupakan upaya awal yang diharapkan dapat dikembangkan lebih lanjut. Oleh karena itu, segala masukan dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan untuk penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang.

Pada akhirnya, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam pemanfaatan teknologi deep learning pada bidang medis. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat, baik secara teoritis bagi akademisi maupun secara praktis bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Malang, 03 Februari 2026

Penulis,



Aldi Smart Nur Irfansyah

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	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Aksara Jawa.....	8
2.3 Deep Learning dan Convolutional Neural Network (CNN).....	8
2.4 Augmentasi Data	9
2.5 Evaluasi Model.....	9
2.6 Streamlit	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	12
3.1 Alur Penelitian.....	12
3.2 Pengumpulan Dataset	12
3.3 Preprocessing Data	12
3.4 Splitting Data.....	13

3.5 Augmentasi Data	13
3.5.1 Metode Augmentasi Data	14
3.5.2 Parameter Augmentasi yang Digunakan.....	14
3.6 Pembangunan Model.....	15
3.6.1 ResNet-50	15
3.6.2 Arsitektur ResNet-50 yang Dimodifikasi	16
3.6.3 Transfer Learning Strategy	17
3.7 Training dan Evaluasi Model	17
3.7.1 Parameter Training	18
3.7.2 Strategi Training	18
3.7.3 Metrik Evaluasi.....	21
3.8 Implementasi Aplikasi Web	22
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN	24
4.1 Hasil Persiapan Data	24
4.2 Preprocessing Data	25
4.2.1 Color Conversion.....	26
4.2.2 Image Resize.....	26
4.2.3 Pixel Normalization	26
4.2.4 Array Conversion.....	26
4.3 Splitting Data.....	27
4.4 Augmentasi Data	28
4.4.1 Hasil Augmentasi pada Dataset	28
4.4.2 Implementasi Augmentasi	29
4.5 Pembangunan Model.....	31
4.5.1 RestNet 50 dan Transfer Learning.....	31
4.6 Training dan Evaluasi Model	32
4.6.1 Parameter Training	32
4.6.2 Strategi Training	33
4.6.3 Hasil Training	38
4.6.4 Kesimpulan	39
4.7 Implementasi Aplikasi Web	40
4.7.1 Arsitektur Aplikasi.....	40

4.7.2 Komponen Utama Aplikasi:	40
4.7.3 User Interface Design	41
BAB V KESIMPULAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Penelitian	12
Gambar 3. 2 Pipeline Augmentasi Data	14
Gambar 3. 3 Arsitektur RestNet-50.....	16
Gambar 3. 4 Streamlit Application Flow	23
Gambar 4. 1 Visualisasi Dataset	25
Gambar 4. 2 Implementasi PreProcessing Pipeline.....	27
Gambar 4. 3 Implementasi Pembagian Dataset.....	27
Gambar 4. 4 Alur Kerja Augmentasi Data	28
Gambar 4. 5 Implementasi Kelas Custom Untuk Transformasi Augmentasi	30
Gambar 4. 6 Konfigurasi Pipeline Extreme Augmentation Menggunakan torchvision.transforms.....	31
Gambar 4. 7 Implementasi Modifikasi Fully Connected Layer pada Arsitektur RestNet-50	32
Gambar 4. 8 Training Comparasion Model A & Model B.....	35
Gambar 4. 9 Implementasi Perhitungan Metrik Evaluasi.....	37
Gambar 4. 10 Evaluasi Komparasi Metrik	38
Gambar 4. 11 komparasi hasil Confusion Matrix dari kedua Model	39
Gambar 4. 12 Interface Aplikasi Streamlit Untuk Klasifikasi Aksara Jawa	42

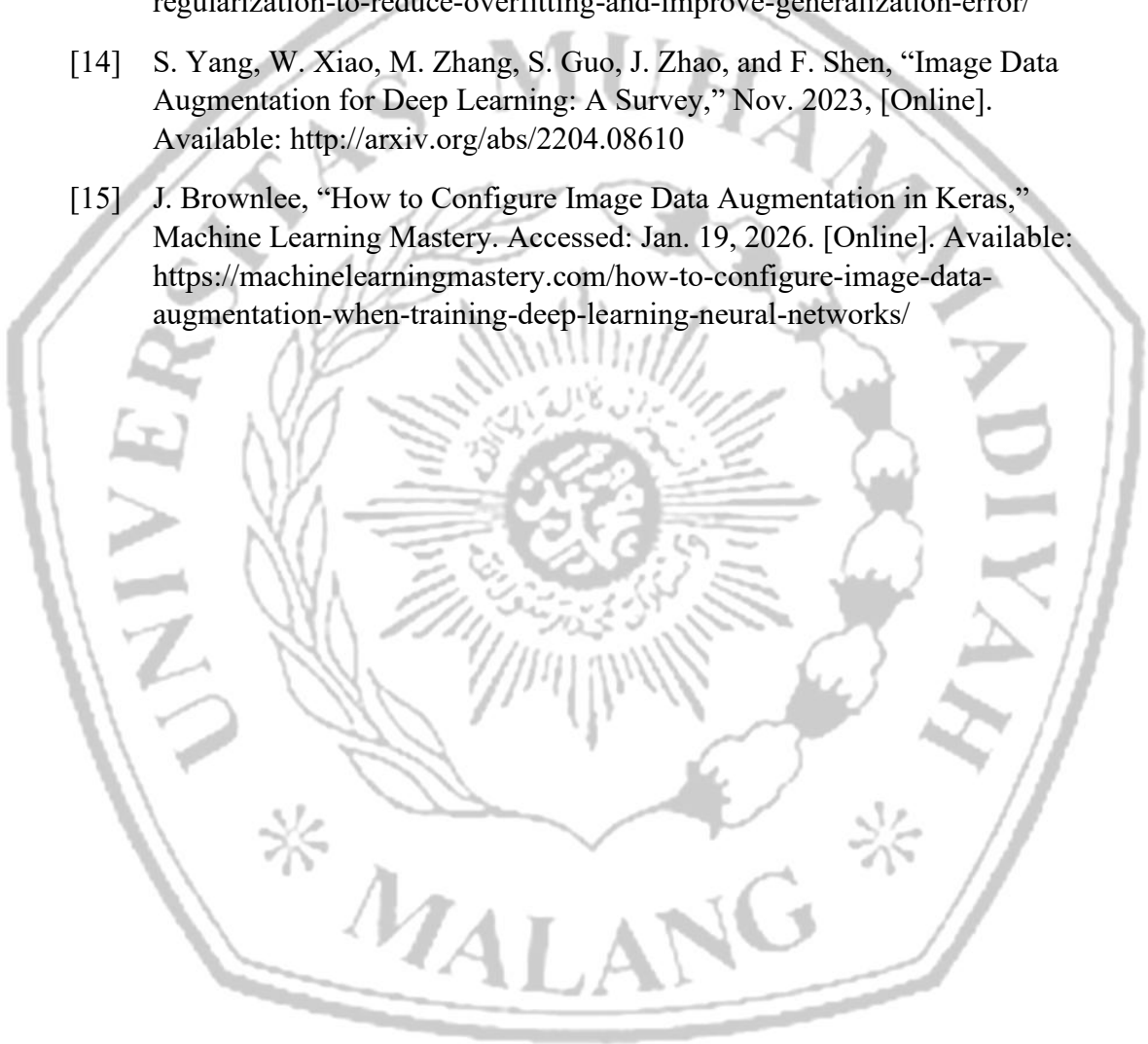
DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Analisis Gap Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 3. 1 Parameter Augmentasi Data.....	14
Tabel 3. 2 Parameter Training Mode.....	18
Tabel 3. 3 Metrik evaluasi.....	21
Tabel 4. 1 Kelas Dataset Aksara Jawa.....	24
Tabel 4. 2 Splitting Data.....	28
Tabel 4. 3 Pembagian Dataset Keseluruhan.....	33
Tabel 4. 4 Progress Training Phase 2 Model A (Key Epochs).....	34
Tabel 4. 5 Progress Training Phase 2 Model B (Key Epochs).....	36
Tabel 4. 6 Hasil Evaluasi Metiks Model A & Model B.....	38
Tabel 4. 7 Perbandingan Dengan Penelitian Terdahulu.....	39
Tabel 4. 8 Preprocessing Steps pada Aplikasi.....	41
Tabel 4. 9 Contoh Output Prediksi.....	43
Tabel 4. 10 Validasi Prediksi Aplikasi vs Ground Truth.....	43

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Jonathan and I. Wasito, "Perancangan Aplikasi Pengenalan Aksara Jawa Digital Menggunakan Convolutional Neural Network dan Computer Vision," *Decode: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, vol. 3, no. 2, pp. 364–377, Aug. 2023, doi: 10.51454/decode.v3i2.209.
- [2] E. Lukasik *et al.*, "Recognition of handwritten Latin characters with diacritics using CNN," *Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences*, vol. 69, no. 1, Feb. 2021, doi: 10.24425/bpasts.2020.136210.
- [3] A. Khan, A. Sohail, U. Zahoor, and A. S. Qureshi, "A survey of the recent architectures of deep convolutional neural networks," *Artif. Intell. Rev.*, vol. 53, no. 8, pp. 5455–5516, Dec. 2020, doi: 10.1007/s10462-020-09825-6.
- [4] K. He, X. Zhang, S. Ren, and J. Sun, "Deep Residual Learning for Image Recognition," Dec. 2015, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1512.03385>
- [5] F. Sultana, A. Sufian, and P. Dutta, "Advancements in Image Classification using Convolutional Neural Network," May 2019, doi: 10.1109/ICRCICN.2018.8718718.
- [6] A. A. Awan, "Transfer Learning Guide: A Practical Tutorial With Examples for Images," DataCamp. Accessed: Jan. 19, 2026. [Online]. Available: <https://www.datacamp.com/tutorial/transfer-learning>
- [7] L. Perez and J. Wang, "The Effectiveness of Data Augmentation in Image Classification using Deep Learning," Dec. 2017, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1712.04621>
- [8] Tim Peneliti, "Indonesian Local Script Characters," Mendeley Data. Accessed: Jan. 19, 2026. [Online]. Available: <https://data.mendeley.com/datasets/vfj32bpjsf/1>
- [9] C. Shorten and T. M. Khoshgoftaar, "A survey on Image Data Augmentation for Deep Learning," *J. Big Data*, vol. 6, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.1186/s40537-019-0197-0.
- [10] B. Ghogh and M. Crowley, "The Theory Behind Overfitting, Cross Validation, Regularization, Bagging, and Boosting: Tutorial," May 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1905.12787>
- [11] N. S. Arief, W. A. Putra, and D. S. R. Pratama, "Implementasi Cnn Arsitektur Mobilenetv2 Untuk Klasifikasi Tulisan Aksara Jawa," *Prosiding Seminar Nasional Teknologi dan Sains*, vol. 3, pp. 298–303, 2024.

- [12] L. Abdiansah, S. Sumarno, A. Eviyanti, and N. L. Azizah, "Penerapan Algoritma Convolutional Neural Networks untuk Pengenalan Tulisan Tangan Aksara Jawa," *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, vol. 5, no. 2, pp. 496–504, Mar. 2025, doi: 10.57152/malcom.v5i2.1814.
- [13] J. Brownlee, "How to Avoid Overfitting in Deep Learning Neural Networks," Machine Learning Mastery. Accessed: Jan. 19, 2026. [Online]. Available: <https://machinelearningmastery.com/introduction-to-regularization-to-reduce-overfitting-and-improve-generalization-error/>
- [14] S. Yang, W. Xiao, M. Zhang, S. Guo, J. Zhao, and F. Shen, "Image Data Augmentation for Deep Learning: A Survey," Nov. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2204.08610>
- [15] J. Brownlee, "How to Configure Image Data Augmentation in Keras," Machine Learning Mastery. Accessed: Jan. 19, 2026. [Online]. Available: <https://machinelearningmastery.com/how-to-configure-image-data-augmentation-when-training-deep-learning-neural-networks/>



LAMPIRAN



UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
MALANG



FAKULTAS TEKNIK

INFORMATIKA

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

FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Aldi Smart Nur Irfansyah
NIM : 202110370311133
Judul TA : Implementasi Augmentasi Data untuk Meningkatkan Akurasi
Klasifikasi Citra Aksara Jawa Berbasis Deep Learning

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiarisme (%)	Hasil Cek Plagiarisme (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	2%
2.	Bab 2 – Daftar Pustaka	25 %	5%
3.	Bab 3 – Analisis dan Perancangan	25 %	3%
4.	Bab 4 – Implementasi dan Pengujian	15 %	0%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	2%
6.	Makalah Tugas Akhir	20%	7%

*) 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. +62 341 562 060

Kampus III
Jl. Raya Tlogomas No 246 Malang, Jawa Timur
P. +62 341 464 318 (Hunting)
F. +62 341 460 435
E: webmaster@umm.ac.id