

**Peningkatan Kontras Citra dengan Metode CLAHE pada  
Pengklasifikasian Diabetic Retinopathy menggunakan Model InceptionV3**

**Tugas Akhir**

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



Rizhar Afif Raditya  
(202010370311147)

**Bidang Minat**  
Data Science

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

**2024**

# LEMBAR PERSETUJUAN

## LEMBAR PERSETUJUAN

**Peningkatan Kontras Citra dengan Metode CLAHE pada  
Pengklasifikasian Diabetic Retinopathy menggunakan Model InceptionV3**

### TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :  
Rizhar Afif Raditya

202010370311147

Malang, 27 Juni 2024

Menyetujui,

Dosen 1



**Christian Sri Kusuma Aditya S.Kom., M.Kom.**  
NIDN 0727029101

# LEMBAR PENGESAHAN

## LEMBAR PENGESAHAN

Peningkatan Kontras Citra dengan Metode CLAHE pada  
Pengklasifikasian Diabetic Retinopathy Menggunakan Model  
InceptionV3

### TUGAS AKHIR

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

Disusun Oleh :

**Rizhar Afif Raditya**

**202010370311147**

Tugas Akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus melalui sidang majelis pengujian  
pada tanggal 16 Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Penguji 1



Vinna Rahmavanti S.Si., M.Si

NIP. 180306071990PNS.

Dosen Penguji 2



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

NIP. 10814100544PNS.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Informatika



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

NIP. 10814100541PNS.

## LEMBAR PERNYATAAN

### LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

**NAMA** : Rizhar Afif Raditya

**NIM** : 202010370311147

**FAK./JUR.** : TEKNIK/INFORMATIKA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul **"Peningkatan Kontras Citra dengan Metode CLAHE pada Pengklasifikasian Diabetic Retinopathy menggunakan Model InceptionV3"** 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

(Christian Sri Kusuma Aditya S.Kom.,  
M.Kom)

Malang, 05 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan

(Rizhar Afif Raditya)

## ABSTRAK

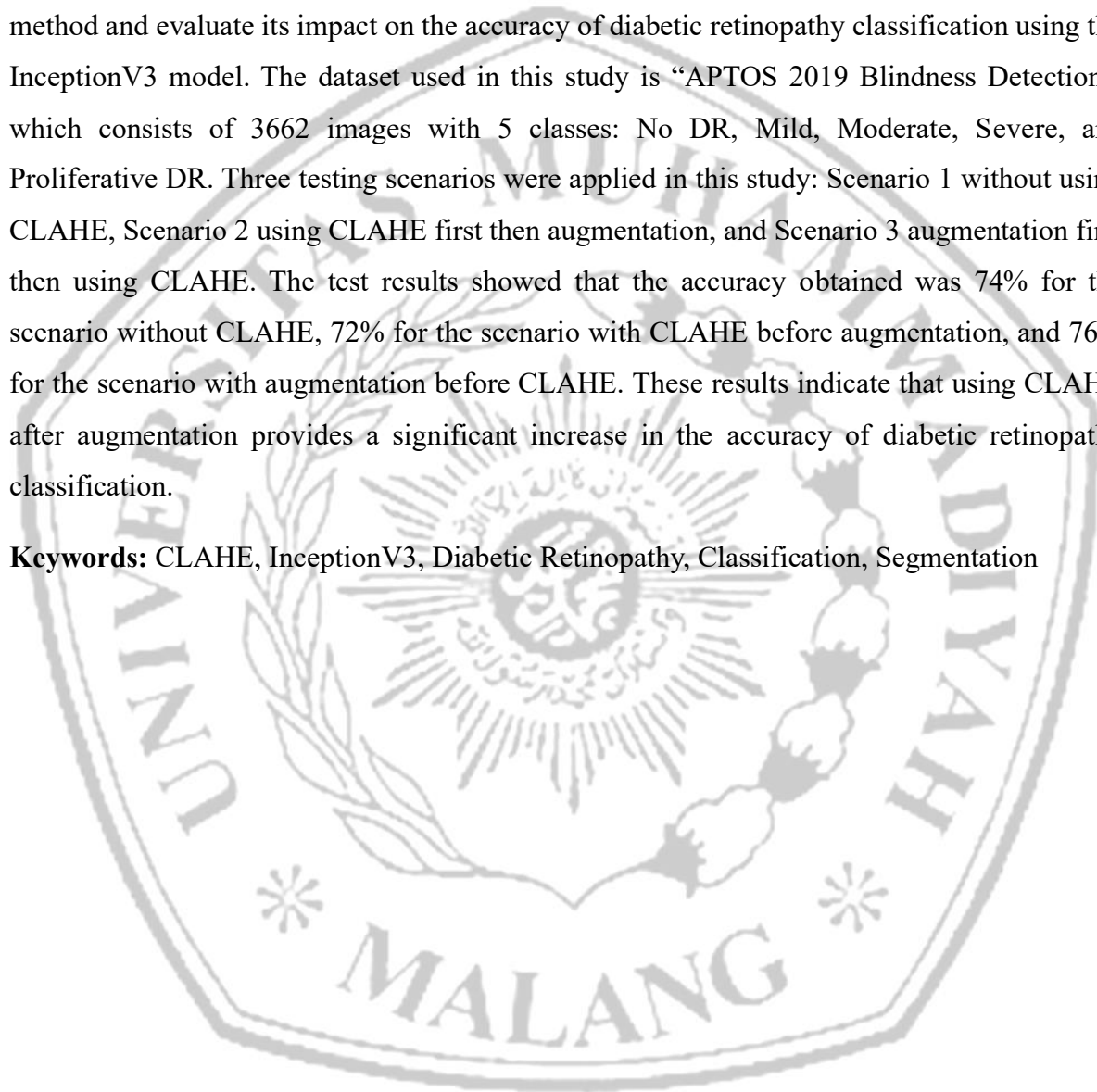
Diabetic retinopathy adalah salah satu penyakit diabetes yang mempengaruhi mata. Deteksi dini dan akurat sangat penting untuk meningkatkan peluang kesembuhan. Klasifikasi diabetic retinopathy membantu dalam menentukan tingkat keparahan dan pengobatan yang tepat. Pada penelitian ini, bertujuan untuk meningkatkan kontras citra menggunakan metode *Contras Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan mengevaluasi pengaruhnya terhadap akurasi klasifikasi diabetic retinopathy menggunakan model InceptionV3. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah “APTOS 2019 Blindless Detection” yang terdiri dari 3662 gambar dengan 5 kelas yaitu: *No DR*, *Mild*, *Moderete*, *Severe*, dan *Proliferative DR*. Tiga skenario pengujian diterapkan dalam penelitian ini: Skenario 1 tanpa menggunakan CLAHE, Skenario 2 menggunakan CLAHE terlebih dahulu lalu augmentasi, dan Skenario 3 augmentasi terlebih dahulu lalu menggunakan CLAHE. Hasil pengujian menunjukkan bahwa akurasi yang diperoleh adalah 74% untuk skenario tanpa CLAHE, 72% untuk skenario dengan CLAHE sebelum augmentasi, dan 76% untuk skenario dengan augmentasi sebelum CLAHE. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan CLAHE setelah augmentasi memberikan peningkatan akurasi yang signifikan dalam pengklasifikasian Diabetic Retinopathy.

**Kata kunci:** CLAHE, InceptionV3, Diabetic Retinopathy, Klasifikasi, Segmentasi

## ABSTRACT

Diabetic retinopathy is a diabetes-related disease that affects the eyes. Early and accurate detection is crucial to improving the chances of recovery. The classification of diabetic retinopathy helps in determining the severity and appropriate treatment. This study aims to enhance image contrast using the Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) method and evaluate its impact on the accuracy of diabetic retinopathy classification using the InceptionV3 model. The dataset used in this study is “APTOS 2019 Blindness Detection,” which consists of 3662 images with 5 classes: No DR, Mild, Moderate, Severe, and Proliferative DR. Three testing scenarios were applied in this study: Scenario 1 without using CLAHE, Scenario 2 using CLAHE first then augmentation, and Scenario 3 augmentation first then using CLAHE. The test results showed that the accuracy obtained was 74% for the scenario without CLAHE, 72% for the scenario with CLAHE before augmentation, and 76% for the scenario with augmentation before CLAHE. These results indicate that using CLAHE after augmentation provides a significant increase in the accuracy of diabetic retinopathy classification.

**Keywords:** CLAHE, InceptionV3, Diabetic Retinopathy, Classification, Segmentation



## KATA PENGANTAR

### KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang atas Berkah dan Ridhonya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Peningkatan Kontras Citra dengan Metode CLAHE pada Pengklasifikasian Diabetic Retinopathy menggunakan Model InceptionV3**”, meskipun masih memiliki banyak kekurangan. Shalawat berangkai salam semoga tetap tercurah kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW.

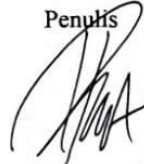
Penyusunan Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat akademis dalam rangka menyelesaikan Studi S1 Progam Studi Informatika di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang. Penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini ucapan syukur dan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat yang tak terhingga untuk penulis dan seluruh umat manusia. Serta, Nabi Muhammad SAW yang berkat perjuangannya membawa manusia dari zaman yang gelap menuju zaman yang terang benderang seperti sekarang.
2. Orang tua tersayang Ibu Sri Wahyuni, Bapak Anang Setyawan dan Adik Aulia Nadya Celviana yang selalu memberi semangat, doa, nasehat, motivasi, serta materi yang tak akan pernah bisa penulis balas.
3. Bapak Christian Sri Kusuma Aditya, S.Kom., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu bersedia meluangkan waktu dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, serta saran dengan sabar untuk keberhasilan dan kebaikan Tugas Akhir ini.
4. Kepada keluarga dan teman-teman yang telah memberikan semangat dan masukan agar terselesaikannya rangkaian skripsi ini.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini dapat berguna untuk perkembangan ilmu pengetahuan kedepannya.

Malang, 03 Juli 2024

Penulis



Rizhar Afif Raditya

## DAFTAR ISI

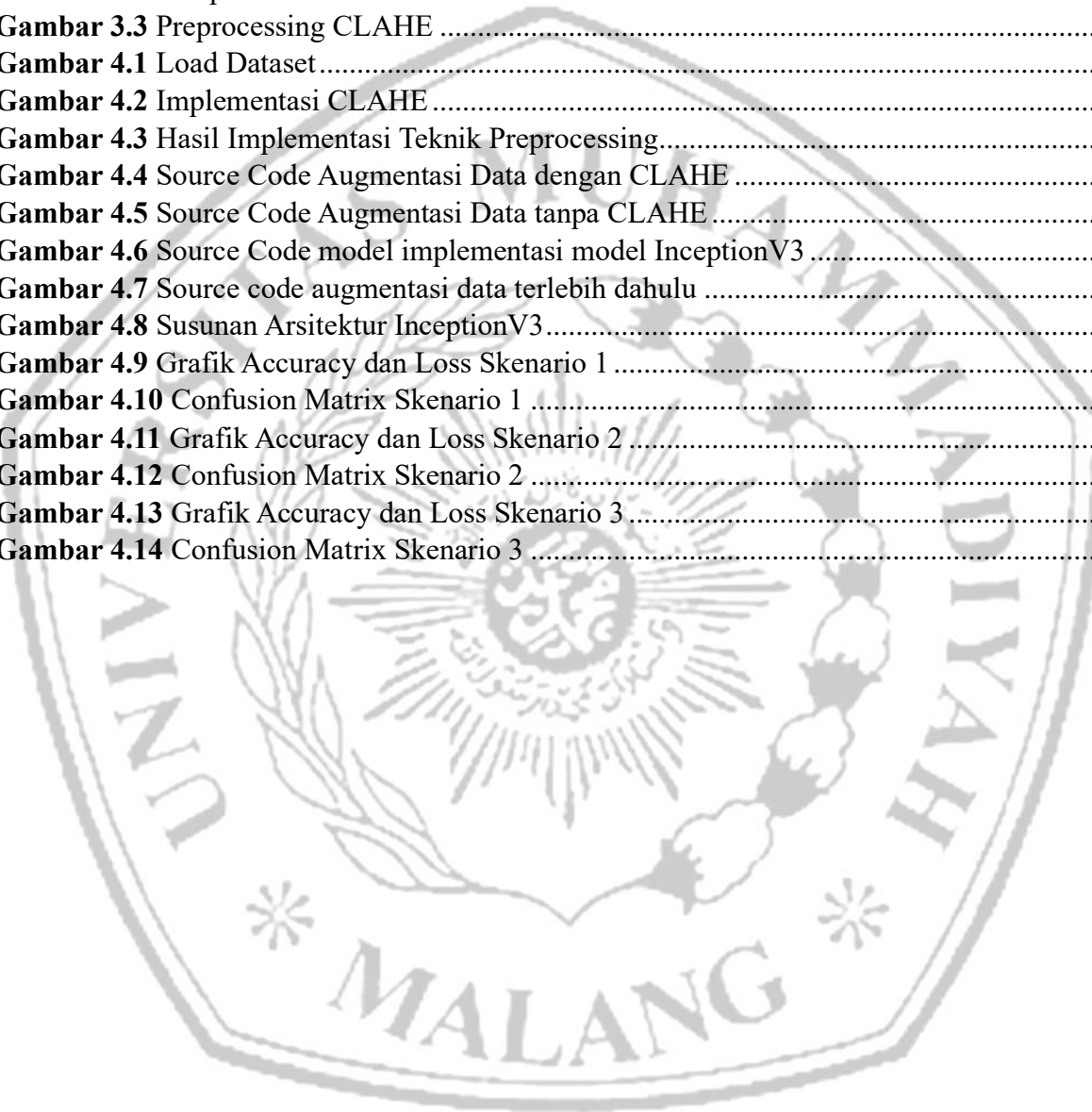
LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Studi Literatur .....	4
2.2 Diabetic Retinopathy .....	5
2.3 Data Preprocessing .....	5
2.4 Contras Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) .....	5
2.5 Convolutional Neural Network .....	6
2.5.1 Convolutional Layer .....	6
2.5.2 Pooling Layer .....	7
2.5.3 Fully Connected Layer .....	7
2.6 InceptionV3 .....	8
2.7 Model Evaluasi .....	8
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	10
3.1 Rancangan Penelitian .....	10
3.2 Identifikasi Masalah .....	10
3.3 Pengumpulan Dataset .....	11
3.4 Data Preprocessing .....	11
3.5 Data Augmentasi .....	12
3.5.1 Data Split .....	12
3.6 InceptionV3 .....	12
3.7 Skenario Pengujian .....	12



BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....	14
4.1 Implementasi .....	14
4.2 Load Dataset.....	14
4.3 Preprocessing Data.....	14
4.4 Augmentasi Data .....	16
4.5 Implementasi Model.....	17
4.5.1 Skenario Pengujian 1 .....	17
4.5.2 Skenario Pengujian 2 .....	17
4.5.3 Skenario Pengujian 3 .....	18
4.6 Evaluasi Hasil.....	19
4.6.1 Hasil pada Skenario 1 .....	19
4.6.1.1 Grafik Accuracy dan Loss Function .....	19
4.6.1.2 Confusion Matrix.....	20
4.6.2 Hasil pada Skenario 2 .....	20
4.6.2.1 Grafik Accuracy dan Loss Function .....	20
4.6.2.2 Confusion Matrix.....	21
4.6.3 Hasil pada Skenario 3 .....	21
4.6.3.1 Grafik Accuracy dan Loss Function .....	21
4.6.3.2 Confusion Matrix.....	22
4.6.4 Classification Report .....	22
4.7 Perbandingan Hasil .....	23
BAB 5 PENUTUP .....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA.....	26

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Arsitektur CNN .....	6
<b>Gambar 2.2</b> Proses Convolution Layer .....	6
<b>Gambar 2.3</b> Proses Pooling Layer.....	7
<b>Gambar 2.4</b> Proses Fully Connected Layer.....	7
<b>Gambar 2.5</b> Arsitektur InceptionV3 .....	8
<b>Gambar 3.1</b> Flowchart Penelitian.....	10
<b>Gambar 3.2</b> Sampel Data Per Kelas .....	11
<b>Gambar 3.3</b> Preprocessing CLAHE .....	11
<b>Gambar 4.1</b> Load Dataset.....	14
<b>Gambar 4.2</b> Implementasi CLAHE .....	15
<b>Gambar 4.3</b> Hasil Implementasi Teknik Preprocessing.....	16
<b>Gambar 4.4</b> Source Code Augmentasi Data dengan CLAHE .....	16
<b>Gambar 4.5</b> Source Code Augmentasi Data tanpa CLAHE .....	17
<b>Gambar 4.6</b> Source Code model implementasi model InceptionV3 .....	17
<b>Gambar 4.7</b> Source code augmentasi data terlebih dahulu .....	18
<b>Gambar 4.8</b> Susunan Arsitektur InceptionV3.....	19
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Accuracy dan Loss Skenario 1 .....	20
<b>Gambar 4.10</b> Confusion Matrix Skenario 1 .....	20
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Accuracy dan Loss Skenario 2 .....	21
<b>Gambar 4.12</b> Confusion Matrix Skenario 2 .....	21
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Accuracy dan Loss Skenario 3 .....	22
<b>Gambar 4.14</b> Confusion Matrix Skenario 3 .....	22



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Studi Literatur Penelitian Terdahulu.....	4
<b>Tabel 2.2</b> Confusion Matrix.....	9
<b>Tabel 3.1</b> Pembagian Dataset .....	11
<b>Tabel 3.2</b> Detail nilai pada layer yang digunakan .....	12
<b>Tabel 4.1</b> Tabel Classification Report .....	22
<b>Tabel 4.2</b> Tabel Classification Report .....	24



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Shankar, E. Perumal, and R. M. Vidhyavathi, "Deep neural network with moth search optimization algorithm based detection and classification of diabetic retinopathy images," *SN Appl Sci*, vol. 2, no. 4, Apr. 2020, doi: 10.1007/s42452-020-2568-8.
- [2] M. Nahiduzzaman, M. R. Islam, S. M. R. Islam, M. O. F. Goni, M. S. Anower, and K. S. Kwak, "Hybrid CNN-SVD Based Prominent Feature Extraction and Selection for Grading Diabetic Retinopathy Using Extreme Learning Machine Algorithm," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 152261–152274, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3125791.
- [3] B. Menaouer, Z. Dermane, N. El Houda Kebir, and N. Matta, "Diabetic Retinopathy Classification Using Hybrid Deep Learning Approach," *SN Comput Sci*, vol. 3, no. 5, Sep. 2022, doi: 10.1007/s42979-022-01240-8.
- [4] V. Lusiana, I. H. Al Amin, and F. A. Sutanto, "Pengaruh Peningkatan Kualitas Citra Menggunakan Modifikasi Kontras Pada Kompresi Data RLE," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 4, no. 1, Jul. 2022, doi: 10.47065/bits.v4i1.1646.
- [5] Z. Gao, J. Li, J. Guo, Y. Chen, Z. Yi, and J. Zhong, "Diagnosis of Diabetic Retinopathy Using Deep Neural Networks," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 3360–3370, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2888639.
- [6] J. A. A. J. A. K. Greeshma Kurup, "Diabetic Retinopathy Detection and Classification using Pretrained Inception-v3," *IEEE Access*, pp. 1–6, 2021.
- [7] J. E. Widyaya and S. Budi, "Pengaruh Preprocessing Terhadap Klasifikasi Diabetic Retinopathy dengan Pendekatan Transfer Learning Convolutional Neural Network," *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, vol. 7, no. 1, Apr. 2021, doi: 10.28932/jutisi.v7i1.3327.
- [8] A. T. N. A. R. C. & S. I. Chaitra Patwardhan, "Diagnosis of Pulmonary Diseases from Chest X-ray Using Deep Learning Approaches," *Proceedings of Third International Conference on Advances in Computer Engineering and Communication Systems*, vol. 612, pp. 67–97, 2023.
- [9] Y. Z. Y. L. L. W. A. C.-H. C. K. SHANKAR, "Hyperparameter Tuning Deep Learning for Diabetic Retinopathy Fundus Image Classification," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 118164–118173, 2020.
- [10] N. L. M. N. Veronika Puteri, "Gambaran Karakteristik Pasien Retinopati Diabetik yang Dilakukan Pembedahan Vitrektomi Di RSKM Padang Eye Center Tahun 2019-2020," *Scientific Journal*, vol. 1, 2022, [Online]. Available: <http://journal.scientific.id/index.php/sciena/issue/view/3>
- [11] Y. Liu, J. Li, J. Ma, and N. Tong, "The Threshold of the Severity of Diabetic Retinopathy below Which Intensive Glycemic Control Is Beneficial in Diabetic Patients: Estimation Using Data from Large Randomized Clinical Trials," *Journal of Diabetes Research*, vol. 2020. Hindawi Limited, 2020. doi: 10.1155/2020/8765139.
- [12] C. C. Wykoff *et al.*, "Risk of blindness among patients with diabetes and newly diagnosed diabetic retinopathy," *Diabetes Care*, vol. 44, no. 3, pp. 748–756, Mar. 2021, doi: 10.2337/dc20-0413.

- [13] V. Ardelia *et al.*, “Perbandingan Algoritma Canny Edge Detection Dan Prewitt Pada Deteksi Stadium Diabetik Retinopati INFORMASI ARTIKEL ABSTRACT,” *Jurnal Ilmiah Informatika*, 2021.
- [14] Radhika KP and Vinay S, “Prediction of Diabetic Retinopathy Using InceptionV3 Model,” *International Journal of Advances in Engineering and Management (IJAEM)*, vol. 4, p. 1327, 2022, doi: 10.35629/5252-040713271331.
- [15] G. Mushtaq and F. Siddiqui, “Detection of diabetic retinopathy using deep learning methodology,” *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 1070, no. 1, p. 012049, Feb. 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1070/1/012049.
- [16] T. Vijayan, M. Sangeetha, and B. Karthik, “Efficient Analysis of Diabetic Retinopathy on Retinal Fundus Images using Deep Learning Techniques with Inception V3 Architecture,” 2020.
- [17] E. Abdelmaksoud, S. El-Sappagh, S. Barakat, T. Abuhmed, and M. Elmogy, “Automatic Diabetic Retinopathy Grading System Based on Detecting Multiple Retinal Lesions,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 15939–15960, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3052870.
- [18] M. S. Meha Desai, “An anatomization on breast cancer detection and diagnosis employing multi-layer perceptron neural network (MLP) and Convolutional neural network (CNN),” *Clinical eHealth*, vol. 4, pp. 1–11, 2021.
- [19] S. C. S. S. L. & G.-R. L. Yu-Dong Zhang, “A five-layer deep convolutional neural network with stochastic pooling for chest CT-based COVID-19 diagnosis,” *Mach Vis Appl*, 2020.
- [20] A. C. L. X. H. X. H. Q. Q. L. K. C. Huazhou Chen, “A deep learning CNN architecture applied in smart near-infrared analysis of water pollution for agricultural irrigation resources,” *Agric Water Manag*, vol. 240, 2020.
- [21] J. Z. A. J. H. A. A.-D. Y. D. O. A.-S. J. S. M. A. F. M. A.-A. & L. F. Laith Alzubaidi, “Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions,” *J Big Data*, vol. 8, 2021.
- [22] L. ; L. S. ; B. Q. ; Y. J. ; J. S. ; M. Y. Chen, “Review of Image Classification Algorithms Based on Convolutional Neural Networks,” *Remote Sens*, 2021.
- [23] ZAHRA RAMADHANTI, “DETEKSI DAN IDENTIFIKASI JENIS LUKA LUAR BERDASARKAN IMAGE FEATURE MENGGUNAKAN CNN DENGAN VARIASI PRE-TRAINED MODEL,” 2024.
- [24] A. Hakeem, M. Mehra, and R. P. Singh, “Inception V3 and CNN Approach to Classify Diabetic Retinopathy Disease,” *Int J Res Appl Sci Eng Technol*, vol. 10, no. 11, pp. 660–671, Nov. 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.47407.
- [25] D. Oleh, M. Farhan, and D. Ryandra, “PERBANDINGAN ARSITEKTUR RESNET-50 DAN INCEPTIONV3 DALAM KLASIFIKASI COVID 19 BERDASARKAN CITRA X-RAY,” 2021.
- [26] Asia Pacific Tele-Ophthalmology Society (APTOS), “APTOS 2019 Blindless Detection,” *Kaggle*.
- [27] P. P. ; S. S. ; A. A. I. Malla, “Classification of Tumor in Brain MR Images Using Deep Convolutional Neural Network and Global Average Pooling,” *Processes* , 2023.



### FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Rizhar Afif Raditya  
 NIM : 202010370311147  
 Judul TA : Peningkatan Kontras Citra dengan Metode CLAHE pada Pengklasifikasian Diabetic Retinopathy menggunakan Model InceptionV3

#### Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

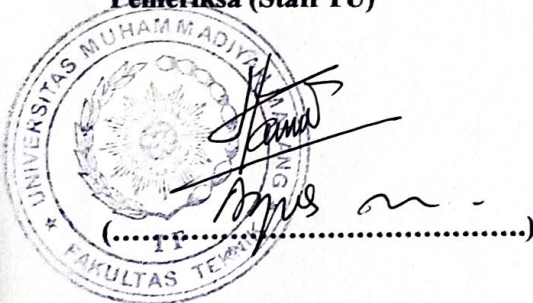
No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiarisme (%)	Hasil Cek Plagiarisme (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	7%
2.	Bab 2 – Daftar Pustaka	25 %	9%
3.	Bab 3 – Analisis dan Perancangan	25 %	5%
4.	Bab 4 – Implementasi dan Pengujian	15 %	4%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	3%
6.	Makalah Tugas Akhir	20%	3%

\*) Hasil cek plagiarisme 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. +62 341 400 435

#### 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.246 Malang, Jawa Timur  
 P. +62 341 464 318 (Hunting)  
 F. +62 341 400 435  
 E: webmaster@umm.ac.id