

**PERBAIKAN KUALITAS CITRA RETINA  
MENGGUNAKAN METODE *CONTRAST LIMITED  
ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)*  
DAN MEDIAN FILTER**



**OLEH :**  
**ALYA NATHASYA HARISON**  
**09011181520123**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

**PERBAIKAN KUALITAS CITRA RETINA  
MENGGUNAKAN METODE *CONTRAST LIMITED  
ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)*  
DAN MEDIAN FILTER**

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH :**

**ALYA NATHASYA HARISON  
09011181520123**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PERBAIKAN KUALITAS CITRA RETINA MENGGUNAKAN METODE *CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)* DAN MEDIAN FILTER

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

**ALYA NATHASYA HARISON**  
**09011181520123**

Indralaya, Januari 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir

Rossi Passarella, S.T., M.Eng.  
NIP. 197806112010121004

Dr. Erwin, S.Si, M.Si.  
NIP. 197101291994121001

**HALAMAN PERSETUJUAN**

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 13 Desember 2019

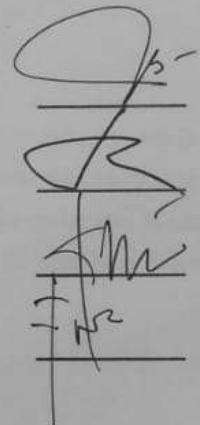
**Tim Penguji :**

1. Ketua : **Kemahyanto Exaudi, M.T.**

2. Sekretaris : **Dr. Erwin, S.Si., M.Si.**

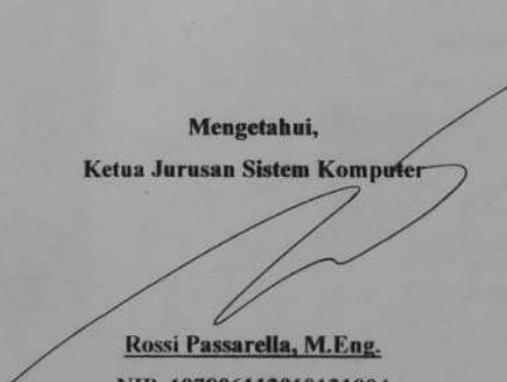
3. Anggota I : **Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.**

4. Anggota II : **Firdaus, M.Kom.**



**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Rossi Passarella, M.Eng.**

NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alya Nathasya Harison

NIM : 09011181520123

Judul : Perbaikan Kualitas Citra Retina Menggunakan Metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* dan Median Filter

Hasil pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 13%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Indralaya, Januari 2020

Yang Menyatakan



Alya Nathasya Harison

NIM. 09011181520123

## KATA PENGANTAR

Assalamu'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan berkat, kasih sayang serta karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul "**Perbaikan Kualitas Citra Retina Menggunakan Metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan Median Filter**" sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang strata 1 pada jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis mengalami beberapa kesulitan, akan tetapi penulis dapat melewati kesulitan tersebut karena mendapat banyak doa, dukungan serta bantuan dari banyak pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, diantaranya adalah:

1. Kedua orang tua, adik serta keluarga yang saya cintai, yang telah memberikan doa, semangat dan dukungan baik moril ataupun materil kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. Selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rossi Passarella, M.Eng selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya dan selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis.
4. Bapak Sutarno, M.T selaku Sekretaris Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan untuk memberikan pengarahan dan bantuan serta ilmunya untuk penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Mbak Winda Kurnia Sari selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus pemberkasan.
7. Seluruh teman Sistem Komputer 2015 terutama SK15B dan teman seperjuanganku Ghiena, Dea, Yurika, Laras, Indah, Bican, Ilham.

8. Kak M. Akbar Sani dan para sahabatku Adela, Dwi, Silvi dan Novianita yang selalu memberi motivasi dan semangat dalam penulisan tugas akhir ini.
9. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mohon maaf dan saya selaku penulis dengan senang hati dan terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun. Demikian yang dapat penulis sampaikan semoga bermanfaat bagi pembaca.

Wassalamu'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Indralaya, Januari 2020

Penulis,

**PERBAIKAN KUALITAS CITRA RETINA MENGGUNAKAN METODE  
*CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION*  
(CLAHE) DAN MEDIAN FILTER**

**Alya Nathasya Harison (09011181520123)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : [alyanathasya@gmail.com](mailto:alyanathasya@gmail.com)

**Abstrak**

Citra retina dapat digunakan untuk mendeteksi dan diagnosa awal kelainan atau penyakit pada retina, akan tapi tidak semua citra retina memiliki kualitas yang baik. Kualitas citra sangat berpengaruh dalam proses diagnosis agar mendapatkan hasil yang akurat, untuk mengatasi hal tersebut dilakukanlah perbaikan kualitas citra sebagai proses awal dari pengolahan citra. Dalam penelitian ini diusulkan metode untuk perbaikan kualitas citra yaitu *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) yang berfungsi untuk meningkatkan kontras dan Median Filter untuk menghilangkan *noise* pada citra. Dataset yang digunakan yaitu STARE (*Structured Analisys of the Retina*) serta parameter yang digunakan adalah *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal Noise to Ratio* (PSNR). Hasil yang didapat yaitu MSE sebesar 35.40 dan PSNR sebesar 36.06 dB pada citra yang tidak diberi tambahan *noise*, sedangkan untuk citra yang diberi tambahan *noise* memiliki nilai MSE sebesar 36.54 dan PSNR sebesar 35.15 dB. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan metode tersebut sudah cukup baik karena nilai PSNR yang dihasilkan lebih dari 30 dB.

**Kata kunci :** Citra Retina, Perbaikan Citra, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE), Median Filter, *Peak Signal Noise to Ratio* (PSNR).

**IMPROVEMENT OF RETINAL IMAGE QUALITY USING CONTRAST  
LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE) AND  
MEDIAN FILTER METHODS**

**Alya Nathasya Harison (09011181520123)**

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty,*

*Sriwijaya University*

Email : [alyanathasya@gmail.com](mailto:alyanathasya@gmail.com)

***Abstract***

*Retinal images can be used to detect and diagnose early abnormalities or disease in the retina, but not all of those retinal images are in good quality. Image quality is very influential in diagnosis process in order to get accurate results, to resolve this thing, we can fix the image quality as the begining of image processing. In this research we proposed a method to fix the image quality using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) which the function is to increase contrast and the Median Filter to eliminate noise in the image. The dataset is STARE (Structured Analysis of the Retina) and the parameters are Mean Square Error (MSE) and Peak Signal Noise to Ratio (PSNR). The results are MSE of 35.40 and PSNR of 36.06 dB in images that were not given additional noise, whereas for images that were given additional noise had MSE values of 36.54 and PSNR of 35.15 dB. These results indicate that the use of the method is good enough because the PSNR value produced is more than 30 dB.*

***Keywords :*** *Retinal Image, Image Enhancement, Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), Median Filter, Peak Signal Noise to Ratio (PSNR).*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.2.1. Rumusan Masalah .....	2
1.2.2. Batasan Masalah.....	2
1.3. Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3.1. Tujuan.....	2
1.3.2. Manfaat .....	3
1.4. Metodologi Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Penelitian Terdahulu .....	5
2.2. Pengolahan Citra Digital.....	6
2.3. Jenis Citra.....	6
2.3.1. Citra Grayscale.....	6
2.3.2. Citra Biner.....	7

2.3.3. Citra Warna .....	7
2.4. Perbaikan Kualitas Citra .....	7
2.5. Noise (Derau).....	8
2.5.1. Salt & Pepper Noise.....	8
2.5.2. Gaussian Noise.....	9
2.6. Retina .....	9
2.7. Dataset STARE .....	10
2.8. <i>Green Channel</i> .....	13
2.9. <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i> .....	13
2.10. Median Filter.....	14
2.11. High Pass Filter.....	16
2.12. <i>Peak Signal Noise to Ratio (PSNR)</i> .....	16

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Pendahuluan.....	18
3.2. Dataset.....	18
3.3. Lingkungan Perangkat Keras .....	18
3.4. Kerangka Kerja .....	19
3.5. Tahapan Kerja.....	20
3.5.1. Akuisisi Citra.....	20
3.5.2. Pemisahan Green Channel .....	21
3.5.3. Penambahan Noise .....	22
3.5.4. CLAHE.....	23
3.5.5. Median Filter .....	25
3.5.6. High Pass Filter .....	29

### **BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Pendahuluan.....	32
4.2. Perancangan Sistem Perangkat Lunak .....	32
4.3. Akuisisi Citra .....	33
4.4. Pemisahan Green Channel .....	35
4.5. Penambahan Noise .....	36

4.6. <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i> .....	38
4.7. Median Filter.....	40
4.8. High Pass Filter.....	41
4.9. Hasil dan Analisa .....	47

## **BAB V KESIMPULAN**

5.1. Kesimpulan .....	50
5.2. Saran .....	50

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Citra retina .....	10
<b>Gambar 2.2.</b> Citra Retina pada Dataset STARE.....	11
<b>Gambar 2.3.</b> Median Filter .....	15
<b>Gambar 2.4.</b> Nilai matriks contoh perhitungan parameter .....	17
<b>Gambar 3.1.</b> Kerangka Kerja.....	19
<b>Gambar 3.2.</b> <i>Flowchart</i> tahap konversi .ppm menjadi .jpg .....	20
<b>Gambar 3.3.</b> <i>Flowchart</i> tahap pemisahan <i>channel red, green</i> dan <i>blue</i> .....	21
<b>Gambar 3.4.</b> <i>Flowchart</i> tahap penambahan <i>noise</i> .....	22
<b>Gambar 3.5.</b> <i>Flowchart</i> tahap peningkatan kontras dengan CLAHE.....	23
<b>Gambar 3.6.</b> Matriks citra yang akan ditingkatkan .....	24
<b>Gambar 3.7.</b> Matriks citra hasil proses peningkatan dengan HE.....	25
<b>Gambar 3.8.</b> <i>Flowchart</i> tahap Median Filter .....	26
<b>Gambar 3.9.</b> Nilai matriks citra yang akan diproses dengan median filter .....	27
<b>Gambar 3.10.</b> Proses median filter pada nilai matriks 22.....	28
<b>Gambar 3.11.</b> Proses median filter pada nilai matriks 31.....	28
<b>Gambar 3.12.</b> Nilai matriks pada citra hasil median filter.....	29
<b>Gambar 3.13.</b> <i>Flowchart</i> tahap High Pass Filter .....	29
<b>Gambar 3.14.</b> Nilai matriks citra input proses high pass filter.....	30
<b>Gambar 3.15.</b> Nilai matriks kernel .....	30
<b>Gambar 3.16.</b> Proses high pass filter .....	31
<b>Gambar 3.17.</b> Nilai matriks dari hasil proses high pass filter.....	31
<b>Gambar 4.1.</b> Perancangan Sistem GUI.....	32
<b>Gambar 4.2.</b> Citra hasil pemisahan <i>channel</i> warna dengan efek keabuan .....	36
<b>Gambar 4.3.</b> Citra retina terkontaminasi <i>Salt &amp; Pepper noise</i> .....	37
<b>Gambar 4.4.</b> Citra retina terkontaminasi <i>Gaussian noise</i> .....	38
<b>Gambar 4.5.</b> Citra hasil peningkatan kontras dengan CLAHE.....	39
<b>Gambar 4.6.</b> Citra hasil penghilangan <i>noise</i> dengan median filter.....	40

- Gambar 4.7.** Citra hasil penajaman dengan *High Pass Filter*..... 41  
**Gambar 4.8.** Grafik perbandingan nilai MSE dengan level noise berbeda ..... 48  
**Gambar 4.9.** Grafik perbandingan nilai PSNR dengan level noise berbeda..... 49

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Contoh citra yang memiliki kontras berbeda .....	12
<b>Tabel 2.2.</b> Diagnosis penyakit pada citra retina dataset STARE.....	12
<b>Tabel 3.1.</b> Proses hasil peningkatan intensitas .....	25
<b>Tabel 4.1.</b> Citra yang digunakan dari dataset STARE.....	33
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil perbaikan citra menggunakan dataset STARE saat menambahkan <i>noise salt &amp; pepper</i> dengan variasi level <i>noise</i> 0.01 .....	42
<b>Tabel 4.3.</b> Hasil perbaikan citra menggunakan dataset STARE saat menambahkan <i>noise salt &amp; pepper</i> dengan variasi level <i>noise</i> 0.02 .....	42
<b>Tabel 4.4.</b> Hasil perbaikan citra menggunakan dataset STARE saat menambahkan <i>noise salt &amp; pepper</i> dengan variasi level <i>noise</i> 0.05 .....	43
<b>Table 4.5.</b> Hasil perbaikan citra menggunakan dataset STARE saat menambahkan <i>noise gaussian</i> dengan variasi level <i>noise</i> 0.01 .....	44
<b>Tabel 4.6.</b> Hasil perbaikan citra menggunakan dataset STARE saat menambahkan <i>noise gaussian</i> dengan variasi level <i>noise</i> 0.02 .....	45
<b>Tabel 4.7.</b> Hasil perbaikan citra menggunakan dataset STARE saat menambahkan <i>noise gaussian</i> dengan variasi level <i>noise</i> 0.05 .....	45
<b>Tabel 4.8.</b> Tabel nilai MSE.....	47
<b>Tabel 4.9.</b> Tabel nilai PSNR .....	48

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1.** Perbandingan Citra Hasil

**Lampiran 2.** Hasil dari Dataset STARE yang Diujikan

**Lampiran 3.** Form Revisi Tugas Akhir

**Lampiran 4.** Cek Plagiat

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam dunia medis saat ini, peningkatan citra medis merupakan salah satu bidang yang menarik perhatian peneliti untuk mendiagnosis penyakit. Citra retina merupakan citra medis yang digunakan dalam diagnosis klinis untuk mendeteksi gangguan pada retina [1]. Citra retina sendiri merupakan citra yang diperoleh melalui kamera fundus yang digunakan untuk mengambil fitur seperti retina, permukaan posterior mata, daerah cakram optik dan daerah makula. Diagnosis pada citra retina ini sangat penting karena terdapat banyak penyakit yang dapat menurunkan fungsi penglihatan seperti degenerasi makula [2], hipertensi, retinopati diabetik [3], glaukoma [1], dan lain sebagainya.

Penyakit pada retina dapat dideteksi dengan adanya kelainan yang akan mempengaruhi penglihatan seseorang seperti berkurangnya penglihatan (kabur/buram) atau bahkan kebutaan [4]. Kelainan pada retina dapat dilihat pada bagian mata seperti pelebaran pembuluh darah retina, adanya pendarahan pada retina, terjadi perubahan pada makula, dan terdapat jaringan lain pada retina [1].

Kualitas citra retina merupakan kunci untuk melaksanakan diagnosis yang tepat [1], namun pada proses pencitraan tidak jarang akan menghasilkan citra yang memiliki kualitas rendah. Beberapa penyebab rendahnya kualitas citra diantaranya yaitu blur [5], intensitas cahaya yang tidak merata [6], kontras rendah [5] [7] serta *noise* [5] [8]. Hal tersebut dapat menyulitkan dalam diagnosis dan menafsirkan fitur mata atau membedakan penyakit retina [1], maka perbaikan kualitas citra tersebut sangat dibutuhkan.

Dari penjelasan diatas, maka pada penelitian ini mengusulkan suatu metode untuk meningkatkan kualitas citra retina yang buruk dan kontras rendah yaitu menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan Median Filter.

Metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) ini memiliki fungsi untuk meningkatkan kontras pada citra [1] [8]. Setelah kontras citra ditingkatkan maka citra akan di filter menggunakan metode median filter yang berfungsi untuk menghilangkan *noise* pada citra dan membuat citra menjadi lebih halus [1] [9]. Perbaikan citra ini bertujuan untuk mendapatkan tampilan citra dengan bentuk visual yang lebih baik.

## 1.2. Rumusan dan Batasan Masalah

### 1.2.1. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana memperbaiki kualitas citra retina dalam hal kontras yang rendah dengan menggunakan metode peningkatan kontras *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan menghilangkan noise dengan menggunakan median filter.

### 1.2.2. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini:

1. Dataset yang digunakan yaitu STARE dengan ukuran piksel 700 x 605 dan berekstensi .jpg, dimana pada setiap citra memiliki tingkat kualitas yang berbeda.
2. Hanya menggunakan dua jenis noise yaitu *noise salt & pepper* dan *noise gaussian*.
3. Penggunaan variasi level noise yaitu 0.01, 0.02 dan 0.05.
4. Nilai parameter yang ditampilkan *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal Noise to Ratio* (PSNR).

## 1.3. Tujuan dan Manfaat

### 1.3.1. Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Menerapkan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan Median Filter untuk perbaikan kualitas citra retina.

2. Dapat mengetahui hasil metode peningkatan dari nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak Signal Noise to Ratio* (PSNR).

### **1.3.2. Manfaat**

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini yaitu:

1. Dapat menerapkan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan Median Filter sebagai metode perbaikan kualitas citra retina.
2. Hasil citra yang telah diperbaiki kualitasnya dapat digunakan untuk membantu pendekslan penyakit yang terdapat pada citra retina melalui tahapan yang lebih kompleks.

## **1.4. Metodologi Penelitian**

Adapun tahapan-tahapan metodologi yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### **1. Metode Studi Pustaka dan Literature**

Pada tahapan metode ini, penulis melakukan studi pustaka dengan mencari dan mengumpulkan berbagai sumber referensi yang berupa literature yang terdapat pada buku dan internet maupun sumber lainnya tentang perbaikan citra retina menggunakan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan Median Filter.

### **2. Metode Konsultasi**

Pada tahapan metode ini, penulis melakukan konsultasi dengan orang-orang yang memiliki pengetahuan dan pengalaman terhadap permasalahan di dalam tugas akhir yang dibuat oleh penulis.

### **3. Metode Perancangan Sistem**

Pada tahapan ini, penulis melakukan rancangan terhadap sistem yang akan digunakan.

### **4. Metode Pengujian**

Pada tahapan ini, penulis melakukan pengujian terhadap rancangan sistem yang dibuat dengan menggunakan dataset STARE.

## 5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada tahapan ini, penulis melakukan analisis dari pengujian sistem dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan dari hasil penelitian tugas akhir, sehingga dapat disimpulkan dan digunakan untuk penelitian selanjutnya.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab, dengan sistematika penulisan yang berfungsi untuk memperjelas isi dari setiap bab. Berikut ini sistematika penulisan yang dibentuk:

### **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah dan batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

### **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi dasar teori yang berhubungan dengan peningkatan kualitas citra pada citra retina, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan Median Filter.

### **BAB III. ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Bab ini berisi tentang analisis dan perancangan sistem perangkat lunak yang digunakan untuk perbaikan kualitas citra retina menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan Median Filter.

### **BAB IV. IMPLEMENTASI PENGUJIAN**

Bab ini membahas proses implementasi perangkat lunak dari hasil perbaikan kualitas citra retina menggunakan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan Median Filter.

### **BAB V. KESIMPULAN**

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari apa yang diperoleh berdasarkan hasil pengujian yang diambil dari hasil pengujian dan Analisa.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sonali, S. Sahu, A. K. Singh, S. P. Ghrera, and M. Elhoseny, “An approach for de-noising and contrast enhancement of retinal fundus image using CLAHE,” *Opt. Laser Technol.*, vol. 110, pp. 87–98, 2018.
- [2] F. M. Shamsudeen and P. G. Raju, “Enhancement of Fundus Imagery,” *Int. Conf. Next Gener. Intell. Syst.*, 2016.
- [3] A. M. R. R. Bandara and P. W. G. R. M. P. B. Giragama, “A Retinal Image Enhancement Technique for Blood Vessel Segmentation Algorithm A Retinal Image Enhancement Technique for Blood Vessel Segmentation Algorithm,” *IEEE Int. Conf. Ind. Inf. Syst.*, pp. 1–5, 2017.
- [4] K. Mehta and M. T. S. Cse, “An Enhanced Segmentation Technique for Blood Vessel in Retinal Images,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 150, no. 6, pp. 9–15, 2016.
- [5] C. Lu *et al.*, “Vessel Enhancement of Low Quality Fundus Image Using Mathematical Morphology and Combination of Gabor and Matched Filter,” *Proc. 2016 Int. Conf. Wavelet Anal. Pattern Recognit.*, pp. 168–173, 2016.
- [6] T. A. Soomro, T. Mahmood Khan, M. A. U. Khan, J. Gao, M. Paul, and L. Zheng, “Impact of ICA-Based Image Enhancement Technique on Retinal Blood Vessels Segmentation,” *IEEE Access*, vol. 6, no. section II, pp. 3524–3538, 2018.
- [7] M. Zhou, K. Jin, S. Wang, J. Ye, and D. Qian, “Color Retinal Image Enhancement Based on Luminosity and Contrast Adjustment,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 65, no. 3, pp. 521–527, 2018.
- [8] S. Kumar, “Comparative Analysis of Fundus Image Enhancement in Detection of Diabetic Retinopathy,” *2016 IEEE Reg. 10 Humanit. Technol. Conf.*, 2017.
- [9] M. Murinto, “Analisis Perbandingan Metode 2D Median Filter Dan Multi Level Median Filter Pada Proses Perbaikan Citra Digital,” *J. Inform.*, vol. 6, no. 2, pp. 654–662, 2012.
- [10] O. Marques, *Practical Image and Video Processing Using MATLAB®*. 2011.
- [11] B. H. P. Ricky Aprias Sholihin, “Perbaikan Citra Dengan Menggunakan Median Filter dan Metode Histogram Equalization,” *J. Emit.*, vol. 14, no. 02,

- pp. 40–46, 2014.
- [12] R. Verma, “A Comparative Study of Various Types of Image Noise and Efficient Noise Removal Techniques,” *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.*, vol. 3, no. 10, pp. 617–622, 2013.
- [13] S. Kaur, “Noise Types and Various Removal Techniques,” *Int. J. Adv. Res. Electron. Commun. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 226–230, 2015.
- [14] P. Dai, H. Sheng, J. Zhang, L. Li, J. Wu, and M. Fan, “Retinal Fundus Image Enhancement Using the Normalized Convolution and Noise Removing,” *Int. J. Biomed. Imaging*, vol. 2016, pp. 1–12, 2016.
- [15] M. H. Goldbaum, “The STARE Project,” [Online]. Available : <http://cecas.clemson.edu/~ahoover/stare/>, 2003. .
- [16] M. H. Goldbaum, “Thirteen Diagnoses Considered,” [Online]. Available : <http://cecas.clemson.edu/~ahoover/stare/diagnoses/diagnoses.html>, 2003. .
- [17] M. H. Goldbaum, “Diagnoses,” [Online]. Available : <http://cecas.clemson.edu/~ahoover/stare/diagnoses/all-mg-codes.txt>, 2003.
- .
- [18] L. Seyfi, “An Efficient Retinal Blood Vessel Segmentation using Morphological Operations,” *Int. Symp. Multidiscip. Stud. Innov. Technol.*, no. December, 2018.
- [19] M. Shahid and I. A. Taj, “Robust Retinal Vessel Segmentation using Vessel’s Location Map and Frangi Enhancement Filter,” *IET Image Process.*, vol. 12, no. 4, pp. 494–501, 2018.
- [20] A. Odat, M. Otair, and F. Shehadeh, “Image denoising by comprehensive median filter,” *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 10, no. 15, pp. 36016–36022, 2015.
- [21] E. Niharika, H. Adeeba, A. S. R. Krishna, and P. Yugander, “K-means based noisy SAR image segmentation using median filtering and Otsu method,” *IEEE Int. Conf. IoT its Appl. ICIOT 2017*, pp. 3–6, 2017.
- [22] M. Abhayadev and T. Santha, “Object Boundary Identification using Enhanced High Pass Frequency Filtering Algorithm and Morphological Erosion Structuring Element,” *J. Sci. Ind. Reseaech*, vol. 76, no. October, pp. 620–625, 2017.

- [23] E. Erwin, A. Nevriyanto, and D. Purnamasari, “Image Enhancement Using the Image Sharpening , Contrast Enhancement , and Standard Median Filter ( Noise Removal ) with Pixel-Based and Human Visual System-Based Measurements,” *2017 Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 0–5, 2017.
- [24] H. A. Rahim, A. S. Ibrahim, W. M. D. W. Zaki, and A. Hussain, “Methods to Enhance Digital Fundus Image for Diabetic Retinopathy Detection,” *IEEE 10th Int. Colloq. Signal Process. its Appl.*, vol. 7–9 Mac, pp. 221–224, 2014.