

**PENERAPAN METODE CONTRAST LIMITED  
ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)  
DAN GAUSSIAN FILTER DALAM PERBAIKAN  
KUALITAS CITRA FUNDUS RETINA**

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH :**

**DEA SELLA NOVIYANTI  
09011181520041**

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

**2020**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

### **PENERAPAN METODE *CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)* DAN GAUSSIAN FILTER DALAM PERBAIKAN KUALITAS CITRA FUNDUS RETINA**

### **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

**Oleh:**

**DEA SELLA NOVIYANTI**

**09011181520041**

**Indralaya, Agustus 2020**

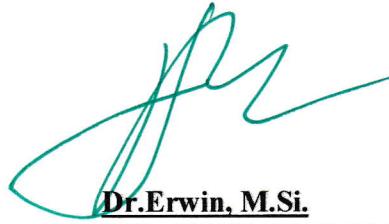
**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Dr.Ir.H. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**

**Pembimbing Tugas Akhir**



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

**APPLICATION OF CONTRAST LIMITED ADAPTIVE  
HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE) METHOD AND  
GAUSSIAN FILTER IN IMPROVING THE QUALITY OF  
RETINA FUNDUS IMAGE**

**SKRIPSI**

Submitted to Complete of the Terms Obtaining a Bachelor of Computer  
Engineering

By:

**DEA SELLA NOVIYANTI**

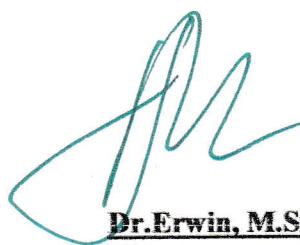
**09011181520041**

**Indralaya, August 2020**

**Head of Department Computer Engineering      Supervisor,**



**Dr.Ir.H. Sukemi, M.T.**  
**NIP. 196612032006041001**



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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 13 Maret 2020

**Tim Penguji :**

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

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

**3. Anggota I : Firdaus, M.Kom.**

**4. Anggota II : Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**

**NIP. 196612032006041001**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dea Sella Noviyanti

NIM : 09011181520041

Program Studi : Sistem Komputer

Judul : Penerapan *Metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan Gaussian Filter dalam Perbaikan Kualitas Citra Fundus Retina

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, Agustus 2020



Dea Sella Noviyanti

**PENERAPAN METODE *CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)* DAN GAUSSIAN FILTER DALAM PERBAIKAN KUALITAS CITRA FUNDUS RETINA**

**Dea Sella Noviyanti (09011181520041)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : [deasella18@gmail.com](mailto:deasella18@gmail.com)

**ABSTRAK**

Pencitraan fundus digital dalam oftalmologi sangat berperan penting dalam diagnosis medis. Dalam medis, citra fundus retina digunakan untuk mendiagnosis beberapa penyakit pada retina. Citra fundus retina merupakan salah satu citra medis yang dihasilkan melalui fotografi fundus. Namun citra retina yang dihasilkan sering memiliki intensitas kontras rendah yang dapat menurunkan kualitas citra tersebut. Pada penelitian ini menggunakan metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)* dan beberapa filter dengan menggunakan dataset STARE untuk perbaikan kualitas citra fundus retina. Terlebih dahulu citra retina akan dilakukan peningkatan kontras menggunakan CLAHE, kemudian dilakukan penajaman dengan menggunakan *High Pass Filter*. Selanjutnya citra akan dilakukan proses penghilang noise dengan beberapa filter yaitu *Median Filter*, *Average Filter* dan *Gaussian Filter*. Hasil yang didapatkan dari metode ini yaitu peningkatan kontras yang rendah pada citra dan mendapatkan kualitas citra yang lebih baik dari sebelumnya. Dari beberapa filter yang digunakan, nilai pengukuran MSE yang memiliki nilai rata-rata terendah yaitu average filter dengan 3.67. Sedangkan nilai pengukuran PSNR yang memiliki nilai rata-rata tertinggi yaitu average filter dengan 49.28 dB.

**Kata Kunci :** Citra Retina, Peningkatan, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)*, Penghilang Noise, *Mean Square Error* (MSE), *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR).

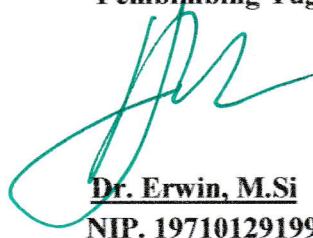
Mengetahui,

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.**  
NIP. 196612032006041001

**Indralaya, Agustus 2020**  
**Pembimbing Tugas Akhir**



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

**APPLICATION OF CONTRAST LIMITED ADAPTIVE  
HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE) METHOD AND  
GAUSSIAN FILTER IN IMPROVING THE QUALITY OF  
RETINA FUNDUS IMAGE**

Dea Sella Noviyanti (09011181520041)

Dept of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,

Sriwijaya University

Email : [deasella18@gmail.com](mailto:deasella18@gmail.com)

**ABSTRACT**

Digital fundus imaging in ophthalmology plays an important role in medical diagnosis. In medicine, the image of the retinal fundus is used to diagnose several diseases of the retina. The image of the retinal fundus is one of the medical images produced through fundus photography. However, the resulting retinal image often has a low contrast intensity which can reduce the quality of the image. In this study using the Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) method and several filters using the STARE dataset to improve the quality of the retinal fundus image. First the retinal image will be increased contrast using CLAHE, then sharpening using the High Pass Filter. Furthermore, the image will be carried out a process of noise removal with several filters, namely Median Filter, Average Filter and Gaussian Filter. The results obtained from this method are low contrast enhancement in images and get better image quality than before. Of the several filters used, the MSE measurement value that has the lowest average value is the average filter with 3.67. While the PSNR measurement value which has the highest average value is the average filter with 49.28 dB.

**Keywords:** Retina Image, Enhancement, Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), Noise Removers, Mean Square Error (MSE), Peak Signal to Noise Ratio (PSNR).

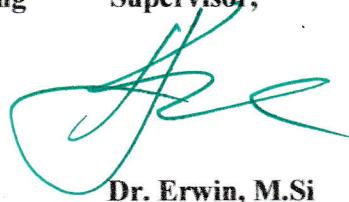
Head of Department Computer Engineering



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.  
NIP. 196612032006041001

Indralaya, August 2020

Supervisor,



Dr. Erwin, M.Si  
NIP. 197101291994121001

## KATA PENGANTAR

Assalammualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang atas berkat, nikmat, kasih sayang, serta karunia-Nya sehingga penulis dapatmenyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Penerapan Metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan Gaussian Filter dalam Perbaikan Kualitas Citra Fundus Retina”**.

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 menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan segala kemudahan, bimbingan, pengarahan, dan memberi semangat dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini, diantaranya adalah :

1. Kedua orang tua dan semua keluarga yang telah memberikan doa dan dukungannya kepada penulis.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi,M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Erwin, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Tugas Akhir Penulis dan Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Sistem Komputer.
5. Winda Kurnia Sari, selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
6. Teman seperjuangan jurusan sistem komputer angkatan 2015 terutama SK15B dan masih banyak teman-teman yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

7. Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat, baik secara langsung ataupun tidak langsung dalam penyelesaian proposal tugas akhir ini.

Tentunya dalam pembuatan proposal tugas akhir ini masih terdapat kekurangan dan kesalahan yang mungkin terjadi. Oleh karena itu 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'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Indralaya, Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

**Halaman**

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN (INGGRIS).....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvi</b>

### **BAB I. PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Manfaat Penelitian .....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	3
1.5.1. Dataset.....	4
1.5.2. Lingkungan perangkat keras dan perangkat lunak.....	4
1.6. Sistematik Penulisan .....	5

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

2.1. Penelitian Terdahulu.....	6
2.2. Retina.....	8
2.3. Citra .....	9
2.4. Citra Digital .....	9

2.5.	Jenis Citra Digital .....	10
2.5.1.	Citra Grayscale .....	10
2.5.2.	Citra Biner .....	10
2.5.3.	Citra RGB .....	10
2.6.	Pengolahan Citra.....	11
2.7.	Dataset <i>Structured Analysis of the Retina</i> (STARE) .....	11
2.8.	Enhancement Citra .....	12
2.9.	Green Channel .....	13
2.10.	Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) .....	14
2.11.	High Pass Filter .....	16
2.12.	Penghilang Noise .....	18
2.12.1.	Median Filter .....	18
2.12.2.	Average Filter .....	19
2.12.3.	Gaussian Filter .....	19
2.13.	PSNR ( <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> ) .....	20

### **BAB III. METODOLOGI**

3.1.	Pendahuluan.....	22
3.2.	Dataset <i>Structured Analysis of the Retina</i> (STARE) .....	22
3.3.	Lingkungan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak.....	22
3.3.1.	Hardware .....	22
3.3.2.	Software.....	23
3.4.	Kerangka Kerja.....	23
3.5.	Perancangan Sistem.....	24
3.6.	Tahapan Kerja.....	25
3.6.1.	Akuisisi Citra.....	25
3.6.2.	Pemisahan Green Channel.....	25
3.6.3.	Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) .....	26
3.6.4.	High Pass Filter .....	31
3.6.5.	Penghilang Noise .....	34
3.6.5.1.	Median Filter .....	36
3.6.5.2.	Average Filter .....	37

3.6.5.3.Gaussian Filter .....	38
-------------------------------	----

## **BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Pendahuluan.....	40
4.2 Akuisisi Citra.....	40
4.3 Pemisahan Green Channel.....	40
4.4 Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) .....	42
4.5 High Pass Filter .....	44
4.6 Pennghilang Noise .....	46
4.6.1. Median Filter .....	46
4.6.2. Average Filter .....	47
4.6.3. Gaussian Filter .....	48
4.7 Hasil dan Analisa.....	49
4.8 Hasil Perbaikan Kualitas Citra .....	52

## **BAB V. KESIMPULAN SEMENTARA**

5.1. Kesimpulan .....	54
-----------------------	----

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>55</b>
-----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>59</b>
----------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Citra retina pada dataset STARE.....	4
<b>Gambar 2.1.</b> Citra retina .....	9
<b>Gambar 2.2.</b> Citra retina pada dataset STARE.....	12
<b>Gambar 2.3.</b> Kernel yang digunakan pada high pass filter.....	17
<b>Gambar 3.1.</b> Kerangka Kerja .....	23
<b>Gambar 3.2.</b> Perancangan Sistem .....	24
<b>Gambar 3.3.</b> Flowchart dari tahapan green channel .....	25
<b>Gambar 3.4.</b> Flowchart dari tahapan CLAHE .....	27
<b>Gambar 3.5.</b> Matriks citra yang akan ditingkatkan .....	28
<b>Gambar 3.6.</b> Matriks citra hasil proses peningkatan .....	31
<b>Gambar 3.7.</b> Flowchart dari tahapan high pass filter.....	32
<b>Gambar 3.8.</b> Matriks input citra proses high pass filter.....	33
<b>Gambar 3.9.</b> Nilai kernel yang digunakan.....	33
<b>Gambar 3.10.</b> Matriks input citra high pass filter 3x3.....	34
<b>Gambar 3.11.</b> Matriks citra hasil proses high pass filter .....	34
<b>Gambar 3.12.</b> Flowchart dari tahapan penghilang noise .....	35
<b>Gambar 3.13.</b> Matriks input citra proses penghilang noise .....	35
<b>Gambar 3.14.</b> Matriks input citra median filter 5x5 .....	36
<b>Gambar 3.15.</b> Pengurutan piksel dan nilai tengah .....	36
<b>Gambar 3.16.</b> Matriks citra hasil proses median filter .....	37
<b>Gambar 3.17.</b> Matriks input citra average filter 3x3 .....	37
<b>Gambar 3.18.</b> Matriks citra hasil proses average filter.....	38

<b>Gambar 4.1.</b> Citra hasil Pemisahan Saluran Warna menjadi Green Channel.....	41
<b>Gambar 4.2.</b> Histogram Citra Saluran Warna (RGB).....	42
<b>Gambar 4.3.</b> Citra hasil proses peningkatan kontras dengan CLAHE .....	43
<b>Gambar 4.4.</b> Perbedaan Histogram Green Channel dengan CLAHE.....	44
<b>Gambar 4.5.</b> Citra hasil proses penajaman dengan High Pass Filter.....	45
<b>Gambar 4.6.</b> Median Filter .....	47
<b>Gambar 4.7.</b> Average Filter .....	48
<b>Gambar 4.8.</b> Gaussian Filter .....	49
<b>Gambar 4.9.</b> Nilai matriks contoh perhitungan MSE .....	50
<b>Gambar 4.10.</b> Perbandingan nilai rata-rata MSE dengan filter berbeda.....	51
<b>Gambar 4.11.</b> Perbandingan nilai rata-rata PSNR dengan filter berbeda.....	52

## **DAFTAR TABEL**

<b>Tabel 2.1.</b> Perbandingan Hasil Dari Beberapa Penelitian Terdahulu .....	8
<b>Tabel 3.1.</b> Proses hasil peningkatan intensitas .....	30
<b>Tabel 4.1.</b> Hasil Perbaikan Kualitas Citra .....	53
<b>Tabel 4.2.</b> Perbandingan Hasil Peningkatan Kualitas Citra .....	53

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1.** Citra yang digunakan pada dataset STARE

**Lampiran 2.** Hasil Perhitungan MSE dari metode yang diusulkan

**Lampiran 3.** Hasil Perhitungan PSNR dari metode yang diusulkan

**Lampiran 4.** Hasil Perbaikan Kuallitas Citra

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Pencitraan fundus digital dalam oftalmologi sangat berperan penting dalam diagnosis medis dari beberapa patologi. Dalam medis, citra fundus retina digunakan untuk mendiagnosis penyakit pada retina. Citra fundus retina merupakan salah satu citra medis yang dihasilkan melalui fotografi fundus menggunakan kamera fundus. Kamera fundus biasanya sering digunakan untuk mendapatkan dan mengambil citra fundus retina, yang menunjukkan struktur retina seperti area cakram optik, daerah macula, permukaan posterior, pembuluh retina dan lain sebagainya [1][2]. Citra retina yang dihasilkan melalui kamera fundus sering memiliki intensitas kontras yang lebih rendah. Hal tersebut disebabkan oleh patologi retina dan konfigurasi pencitraan [3].

Citra fundus retina mengandung banyak informasi medis dan banyak penyakit [4], seperti penyakit hipertensi, penyakit kardiovaskular, penyakit glaucoma dan penyakit retinopati diabetik dalam beberapa tahun terakhir [5]. Penyakit dapat diketahui dengan munculnya kelainan atau gangguan yang terdapat pada bagian retina sehingga dapat mengganggu penglihatan seperti penglihatan yang berkurang (kabur/buram) atau bahkan kebutaan [6]. Beberapa kelainan yang terjadi pada pemrosesan citra retina yaitu pencahayaan yang tidak teratur, citra yang kabur, fokus yang tidak tepat dan kontras rendah yang menurunkan kualitas citra retina [7]. Kelainan tersebut dapat mengakibatkan hilangnya sensitivitas dan spesifitas untuk tujuan diagnostik [8].

Saat ini, peningkatan citra digunakan untuk mendiagnosis penyakit dan merupakan salah satu bidang yang banyak diminati para peneliti dan dokter. Peningkatan citra retina digunakan dalam penerapan identifikasi penyakit retina sebagai teknik preprosesing [9]. Peningkatan citra retina tidak hanya digunakan untuk identifikasi penyakit tetapi juga untuk tahap klasifikasi penyakit sebagai

tahap awal atau kritis. Tujuan utama peningkatan citra medis adalah pengurangan tingkat kebisingan (*noise*) dan peningkatan kontras citra medis.

Banyak metode yang telah diusulkan dalam literatur untuk memperbaiki kualitas citra fundus retina. Salah satunya, pada penelitian [10] menggunakan teknik peningkatan kontras berdasarkan arsitektur ICA2 dalam mengatasi permasalahan kontras dan efek buruk yang terjadi pada segmentasi citra yang benar. Pada penelitian [11] menggunakan metode fusi Dempster-Shafer (DS) yang digunakan untuk mengatasi pembuluh yang rusak dan ekstraksi akurat dari struktur vascular retina. Metode fusi DS dijadikan sebagai teknik alternatif tetapi sangat efektif dalam mendeteksi bagian tepi yang mampu membuat tepi nyata lebih baik dari pada filter klasik.

Pada penelitian [8], mengusulkan metode untuk peningkatan citra baru untuk meningkatkan luminositas dan kontras citra retina dengan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). Metode ini lebih unggul pada ruang warna L\*a\*b dibandingkan ruang warna HSV dan HIS. Metode ini bekerja lebih baik pada dataset retina eksklusif. Sedangkan, pada dataset Messidor sedikit lebih baik secara umum.

Salah satu metode deep learning yang sangat terkenal yaitu metode *Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Metode *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) adalah metode yang meningkatkan masalah kontras rendah untuk gambar digital terutama gambar medis. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengusulkan metode *Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan beberapa filtering citra yang digunakan untuk perbaikan kualitas citra fundus retina.

## 1.2. Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu bagaimana penerapan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan beberapa filtering citra dalam perbaikan kualitas citra fundus retina serta menampilkan hasil nilai MSE dan PSNR. Adapun batasan masalah mengenai penelitian ini yaitu hasil nilai yang

diukur hanya nilai MSE dan PSNR dari perbaikan kualitas citra fundus retina. Dataset yang digunakan untuk pengambilan citra retina yaitu dataset STARE.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penulisan penelitian ini yaitu meningkatkan kualitas citra fundus retina, meningkatkan kontras dengan menggunakan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan beberapa filtering citra dalam perbaikan kualitas citra fundus retina serta dapat menampilkan hasil nilai MSE dan PSNR.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penulisan penelitian ini yaitu mengetahui peningkatan kualitas citra fundus retina, mengetahui metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan beberapa filtering citra yang digunakan dalam perbaikan kualitas citra fundus retina dan dapat membantu dokter untuk meneliti penyakit yang terdapat pada retina.

### **1.5. Metodologi Penelitian**

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini yaitu sebagai berikut:

#### **1. Metode Studi Literatur**

Pada metode studi literatur ini, dilakukan pengumpulan data terhadap sejumlah referensi yang didapatkan dari beberapa artikel, jurnal ilmiah, buku maupun internet mengenai penerapan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan beberapa filtering citra dalam perbaikan kualitas citra fundus retina untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

#### **2. Metode Konsultasi**

Pada metode konsultasi ini, akan melakukan konsultasi kepada orang-orang yang dianggap memiliki pengetahuan dan wawasan terhadap permasalahan saat pembuatan tugas akhir ini.

#### **3. Metode Pengumpulan Data**

Pada metode pengumpulan data ini, dilakukan pengambilan citra retina pada dataset STARE database.

#### 4. Metode Observasi

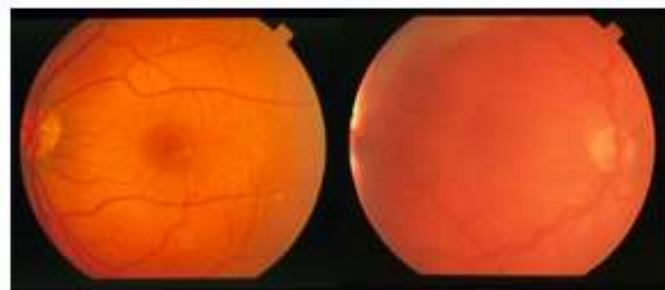
Pada metode observasi ini, dilakukan dengan cara mengamati, mencatat dan menganalisa terhadap data yang diperoleh.

#### 5. Metode Perancangan Sistem (Software)

Pada metode perancangan sistem ini, dilakukan perancangan dan pembuatan sistem yang dapat melakukan perbaikan kualitas citra fundus retina dengan menggunakan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan beberapa filtering citra, sehingga sistem dapat digunakan untuk peningkatan kualitas citra fundus retina.

##### 1.5.1. Dataset

Pada penelitian ini, dataset yang digunakan untuk pengambilan citra retina yaitu dataset STARE. Citra retina pada dataset STARE akan digunakan sebagai inputan untuk memperbaiki kualitas citra fundus retina. Pada dataset STARE terdapat 397 citra retina di dalamnya dengan citra warna RGB. Citra retina pada dataset ini berukuran  $605 \times 700$  piksel pada masing-masing citra dengan berformat ppm. Berikut ini beberapa gambar dari dataset STARE.



**Gambar 1.1.** Citra retina pada dataset STARE

##### 1.5.2. Lingkungan Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini, akan menggunakan sistem perangkat keras (hardware) dan sistem perangkat lunak (software) sebagai berikut :

#### Spesifikasi Laptop & Software

- Processor : Intel Core i5-7200U, CPU 3,18Hz
- Memory (RAM) : 4GB
- Windows 10 Pro
- Matlab 2015b

#### **1.6. Sistematika Penulisan**

Untuk lebih memudahkan dalam penulisan dan menyusun penelitian ini, serta untuk lebih memperjelas isi dari setiap bab yang ada pada laporan ini, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab ini penulis akan menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah dan batasanmasalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodelogi penelitian dan sistematika penulisan.

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

Pada bab ini penulis akan menjelaskan pembahasan mengenai landasan teori yang akan dibahas pada penelitian tugas akhir ini meliputi, teori tentang pengertian pengolahan citra digital, serta yang berkaitan dengan pokok pembahasan dalam penelitian ini.

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

Pada bab ini penulis akan menjelaskan tentang analisis dan perancangan sistem penerapan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dalam perbaikan kualitas citra fundus retina.

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

Pada bab ini penulis akan menjelaskan tentang proses implementasi perangkat lunak dari hasil penerapan metode Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dalam perbaikan kualitas citra fundus retina.

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini penulis akan menjelaskan dan menguraikan beberapa kesimpulan dan pembahasan masalah dari bab-bab yang sudah dijelaskan sebelumnya mengenai hasil. Pada bab ini juga akan berisi saran yang diharapkan dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sahu, A. Kumar, S. P. Ghrera, and M. Elhoseny, “An approach for denoising and contrast enhancement of retinal fundus image using CLAHE,” *Opt. Laser Technol.*, 2018.
- [2] F. M. Shamsudeen and G. Raju, “Enhancement of fundus imagery,” *Int. Conf. Next Gener. Intell. Syst. ICNGIS 2016*, 2016.
- [3] L. Xiong, H. Li, and L. Xu, *An Enhancement Method for Color Retinal Images Based on Image Formation Model*. Elsevier Ireland Ltd, 2017.
- [4] 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 Recognition, Jeju, South Korea, 10-13 July*, pp. 10–13, 2016.
- [5] A. M. R. R. Bandara, “A Retinal Image Enhancement Technique for Blood Vessel Segmentation Algorithm,” *IEEE Int. Conf. Ind. Inf. Syst.*, pp. 1–5, 2017.
- [6] 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.
- [7] P. S. Reddy, H. Singh, A. Kumar, L. K. Balyan, and H. Lee, “Retinal Fundus Image Enhancement using Piecewise Gamma Corrected Dominant Orientation based Histogram Equalization,” *2018 Int. Conf. Commun. Signal Process.*, pp. 124–128, 2018.
- [8] M. Zhou, K. Jin, S. Wang, J. Ye, D. Qian, and S. Member, “Color Retinal Image Enhancement Based on Luminosity and Contrast Adjustment,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 9294, no. c, 2017.
- [9] E. Daniel, “Retinal Image Enhancement using Wavelet Domain Edge Filtering and Scaling,” *Int. Conf. Electron. Commun. Syst. (ICECS-2014), Feb. 13 – 14, 2014, Coimbatore, INDIA*, vol. 00, no. c, pp. 53–57, 2014.
- [10] T. A. Soomro, T. M. Khan, and M. A. U. Khan, “Impact of ICA-Based Image Enhancement Technique on Retinal Blood Vessels Segmentation,” *IEEE*

- Access, vol. 6, no. section II, 2018.
- [11] L. Moraru, U. Dunarea, D. J. Galati, C. D. Obreja, U. Dunarea, and D. J. Galati, “Retinal Vessel Enhancement Based on the Gaussian Function and Image Fusion,” *Am. Inst. Phys. Conf. Proceeding*, no. January, 2017.
  - [12] B. Gupta and M. Tiwari, “Color Retinal Image Enhancement Using Luminosity and Quantile based Contrast Enhancement,” *Multidimens. Syst. Signal Process.*, 2019.
  - [13] P. Dai, H. Sheng, J. Zhang, L. Li, J. Wu, and M. Fan, “Retinal Fundus Image Enhancement Using the Normalized Convolution and Noise Removing,” *Hindawi Publ. Corp. Int. J. Biomed. Imaging*, vol. 2016, 2016.
  - [14] S. K. Yadav, S. Kumar, B. Kumar, and R. Gupta, “Comparative analysis of fundus image enhancement in detection of diabetic retinopathy,” *IEEE Reg. 10 Humanit. Technol. Conf. 2016, R10-HTC 2016 - Proc.*, 2017.
  - [15] Tim Dosen, “Pengolahan Citra,” *Pusat Bahan Ajar dan eLearning* <http://www.mercubuana.ac.id>, 2016. .
  - [16] S. A. Amiri, “A Preprocessing Approach For Image Analysis Using Gamma Correction,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 38, no. 12, 2012.
  - [17] C. Darujati, S. Anam, H. D. Cahyono, and A. B. Gumelar, “Magnifikasi Perbaikan Citra Dijital Multi Resolusi Dengan Metode Gabungan Tapis Lolos Bawah Dan Interpolasi Bilinear,” *J. Ilm. Mikrotek*, vol. 1, no. 2, 2014.
  - [18] K. Tasikmalaya, “Aplikasi Pengolahan Citra Dalam Pengenalan Pola Huruf Ngalagena Menggunakan MATLAB,” *Konf. Nas. Sist. Inform.*, pp. 9–10, 2015.
  - [19] OGE MARQUES, *Practical image and video processing using matlab* ®. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2011.
  - [20] Michael Goldbaum, “STructured Analysis of the Retina,” [Online]. Available: <http://cecas.clemson.edu/~ahoover/stare/>, 2003. .
  - [21] A. Elbalaoui, B. Mellal, M. Fakir, B. Mellal, B. Mellal, and B. Mellal, “Automatic Detection of Blood Vessel in Retinal Images Using Vesselness Enhancement Filter and Adaptive Thresholding,” *Int. J. Healthc. Inf. Syst. Informatics*, vol. 12, no. 1, pp. 14–29, 2017.
  - [22] A. W. Setiawan, T. R. Mengko, O. S. Santoso, and A. B. Suksmono, “Color

- Retinal Image Enhancement using CLAHE,” *Int. Conf. ICT Smart Soc.*, no. March 2013, 2013.
- [23] L. Seyfi, “An Efficient Retinal Blood Vessel Segmentation using Morphological Operations,” *Int. Symp. Multidiscip. Stud. Innov. Technol.*, no. December, 2018.
- [24] A. Mcandrew, *An Introduction to Digital Image Processing with Matlab*. 2004.
- [25] N. Rafidah, B. Sabri, and H. B. Yazid, “Image Enhancement Methods For Fundus Retina Images,” *2018 IEEE Student Conf. Res. Dev.*, pp. 1–6, 2018.
- [26] A. Mitra, S. Roy, S. Roy, and S. Kumar, “Enhancement and restoration of non-uniform illuminated Fundus Image of Retina obtained through thin layer of cataract,” *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 156, pp. 169–178, 2018.
- [27] A. Intelligence and H. Yai, “Color Retinal Image Enhancement by Rayleigh Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization,” *Int. Conf. Control. Autom. Syst. (ICCAS 2014)*, no. Iccas, pp. 692–697, 2014.
- [28] R. S. Kumar, M. Nivetha, G. Madhumita, and P. Santhoshy, “Image Enhancement using NHSI Model Employed in Color Retinal Images,” *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 58, no. 1, 2018.
- [29] N. A. Pulung, I. K. E. Purnama, and M. Hariadi, “Color Enhancement Of Underwater Coral Reef Images Using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization ( Clahe ) With Rayleigh Distribution,” *Proc. 7th ICTS*, pp. 45–52, 2013.
- [30] 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.
- [31] I. Group, “Gaussian Filter Threshold Modulation for Filtering Flat and Texture Area of An Image,” *Int. Conf. Adv. Comput. Eng. Appl.*, pp. 760–763, 2015.
- [32] I. Fiandono and K. Firdausy, “Median Filtering for Optic Disc Segmentation in Retinal Image,” *KINETIK*, vol. 3, no. 1, pp. 75–82, 2018.

- [33] H. S. V. Kumar, “A Comparative Study on Filters with Special Reference to Retinal Images,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 138, no. 5, pp. 36–41, 2016.
- [34] D. Kumar, A. Pramanik, S. S. Kar, and S. P. Maity, “Retinal Blood Vessel Segmentation Using Matched Filter and Laplacian of Gaussian,” *Int. Conf. Signal Process. Commun.*, 2016.
- [35] 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,” *ICECOS 2017 - Proceeding 2017 Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Sustain. Cult. Herit. Towar. Smart Environ. Better Futur.*, vol. 1, no. 1, pp. 114–119, 2017.

