

**PROSES PENGOLAHAN CITRA UNTUK PERBAIKAN
KUALITAS CITRA RETINA DAN PENINGKATAN KONTRAS
DENGAN *CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM
EQUALIZATION (CLAHE)***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata 1**



OLEH:

**GHIENA RIFKA UTAMI
09011181520121**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PROSES PENGOLAHAN CITRA UNTUK PERBAIKAN KUALITAS CITRA RETINA DAN PENINGKATAN KONTRAS DENGAN *CONTRAST LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)*

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Strata 1

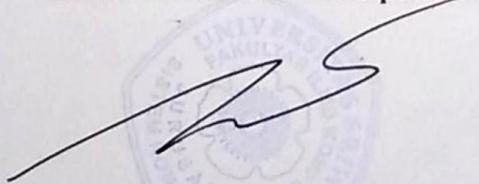
Oleh :

GHIENA RIFKA UTAMI
09011181520121

Indralaya, November 2019

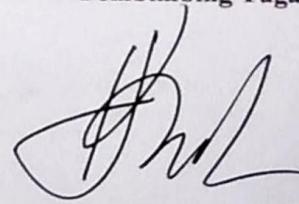
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

Pembimbing Tugas Akhir



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

HALAMAN PERSETUJUAN

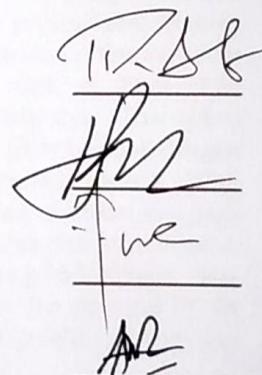
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 08 November 2019

Tim Penguji :

1. Ketua : Rahmad Fadli, M.Sc.

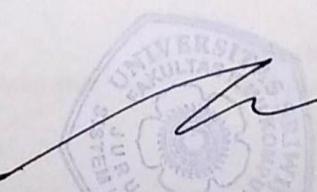


2. Sekretaris : Dr. Erwin, S.Si., M.Si.

3. Anggota I : Firdaus, M.Kom.

3. Anggota II : Aditya Putra Perdana P, M.T.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.

NIP. 197806112010121004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ghiena Rifka Utami

NIM : 09011181520121

Judul : Proses Pengolahan Citra Untuk Perbaikan Kualitas Citra Retina dan
Peningkatan Kontras dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram
Equalization (CLAHE)*.

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, November 2019



Ghiena Rifka Utami

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis haturkan kehadiran Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Satu ini dengan judul **“Proses Pengolahan Citra Untuk Perbaikan Kualitas Citra Retina dan Peningkatan Kontras dengan Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE).”**. Shalawat dan salam tak lupa kita junjungan kepada Nabi kita Rasulullah SAW beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan segala kemudahan, bimbingan, pengarahan, dorongan, bantuan baik moril maupun materil selama penyusunan Proposal tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal tugas akhir ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua serta keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran pelaksanaan Proposal tugas akhir ini.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Dosen pembimbing Akademik Bapak Dr. Ir.Bambang Tutuko, M.T

6. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku pembimbing tugas akhir di jurusan Sistem Komputer.
7. Mbak Windi Kurnia Sari selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
8. Seluruh teman-teman angkatan 2015 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa masih ada banyak kekurangan dalam Tugas Akhir Satu ini. Mengingat kurangnya pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu segala kritik dan saran, sangatlah penting bagi penulis.

Indralaya, November 2019

Penulis

**PROSES PENGOLAHAN CITRA UNTUK PERBAIKAN KUALITAS
CITRA RETINA DAN PENINGKATAN KONTRAS DENGAN *CONTRAST
LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION* (CLAHE)**

Ghienarifka Utami (09011181520121)

Jurusen Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : ghienarifka.utami@gmail.com

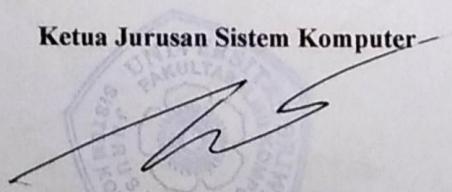
ABSTRAK

Citra fundus retina adalah salah satu citra medis yang diperoleh melalui fotografi fundus atau oftalmoskopi. Citra fundus retina dapat digunakan untuk mendiagnosis beberapa penyakit. Namun, kualitas buruk dan kontras rendah pada citra fundus retina dapat memungkinkannya terjadi kesalahan diagnosis penyakit. Dalam tugas akhir ini dikarenakan masalah kualitas gambar retina yang buruk dan kontras yang rendah, proses peningkatan kualitas retina dan peningkatan kontras akan dilakukan. Tahapan pertama yang akan dilakukan adalah citra retina asli akan di filter dengan filter morfologi. Kemudian, citra yang telah di filter akan ditingkatkan kontrasnya dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Citra yang telah ditingkatkan akan di filter kembali dengan beberapa metode penghilangan derau yaitu filter rerata kontraharmonik, filter median, filter max, filter min, dan filter wiener. Hasil dari metode ini pada perubahan bentuk struktur pembuluh retina menjadi lebih jelas dan citra kontras rendah mengalami peningkatan kontras. Dari nilai PSNR paling baik dengan rata-rata nilai PSNR tertinggi dari hasil pengujian yaitu filter max dengan nilai PSNR 42,680 dB dan nilai SSIM yaitu filter wiener memiliki rata – rata nilai tertinggi dari filter lainnya yaitu 0,819.

Kata Kunci : Citra Retina, Peningkatan, Penghilangan Derau, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE), *Peak Signal-to-Ratio* (PSNR), *Structural Similarity Index* (SSIM).

Mengetahui,

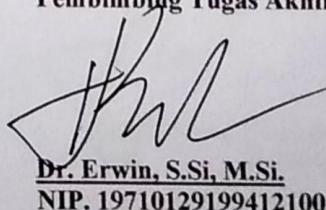
Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

NIP. 197806112010121004

Indralaya, November 2019
Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Erwin, S.Si, M.Si.

NIP. 197101291994121001

**IMAGE PROCESSING PROCESS FOR IMPROVING THE QUALITY OF
RETINA IMAGES AND CONTRAST ENHANCEMENT WITH CONTRAST
LIMITED ADAPTIVE HISTOGRAM EQUALIZATION (CLAHE)**

Ghiena Rifka Utami (09011181520121)

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya
University*

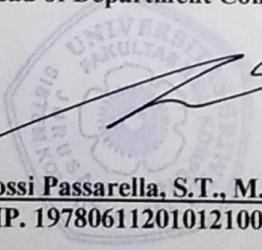
Email : ghienarifkautami@gmail.com

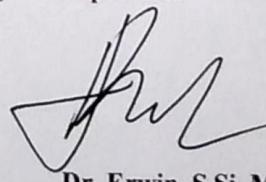
ABSTRACT

The image of the retinal fundus is one of the medical images obtained through fundus or ophthalmoscopy photography. Retinal fundus images can be used to diagnose several diseases. However, poor quality and low contrast in retinal fundus images can cause misdiagnosis. In this thesis due to the problem of poor retinal image quality and low contrast, the process of improving the quality of the retina and contrast enhancement will be carried out. The first step will be done is the original retinal image will be filtered with morphology filter. Then, the filtered image will be increased in contrast to the Limited Contrast Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). The enhancement image will be filtered again with a number of noise removal methods, namely the mean contraharmonic filter, median filter, max filter, min filter, and wiener filter. The results of this method on the shape changes of the retinal structure become clearer and better. From the best PSNR value with the highest average PSNR value from the results of the assessment of the filter max with a PSNR value of 42,680 dB and the SSIM value of the wiener filter having the highest average value of the other filters of 0.819.

Keywords: Retina Image, Enhancement, Noise Removal, Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), Peak Signal-to-Ratio (PSNR), Structural Similarity Index (SSIM).

Indralaya, November 2019
Head of Department Computer Engineering Supervisor


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


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

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	vii
Abtrack	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah.....	4
1.6. Metodologi Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Pengolahan Citra Digital	10
2.2.1. Citra Digital	10
2.2.2. Pengolahan Citra.....	10
2.2.3. Prinsip Dasar Pengolahan Citra Digital.....	10
2.2.3.1. Peningkatan Kecerahan dan Kontras (Enhancement)	10

2.3.3.2. Penghilangan Derau (Noise Removing)	11
2.3.3.3. Pencarian Bentuk (Segmentation)	11
2.3. Citra RGB.....	12
2.4. Citra Grayscale.....	13
2.5. Citra Retina	14
2.6. Dataset STARE (<i>STructured Analysis of the Retina</i>)	14
2.7. Morfologi Filter.....	14
2.8. CLAHE (<i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i>).....	16
2.9. Penghialangan Derau	18
2.9.1. Filter Rerata Kontraharmonik	19
2.9.2. Filter Median	19
2.9.3. Filter Max	19
2.9.4. Filter Min	20
2.9.5. Filter Wiener.....	20
2.10. PSNR (<i>Peak Signal Noise to Rasio</i>).....	21
2.11. SSIM (<i>Structural Similarity Index</i>).....	21

BAB III METODOLOGI

3.1. Pendahuluan	23
3.2. Kerangka Kerja Penelitian	23
3.3. Perancangan Sistem	24
3.3.1. Pemisahan Saluran Warna Hijau	27
3.3.2. Filter Morfologi	28
3.3.3. Peningkatan Kontras dengan CLAHE	33
3.3.4. Penghilangan Derau.....	39
3.3.4.1. Filter Rerata Kontraharmonik	40
3.3.4.2. Filter Median.....	42
3.3.4.3. Filter Max.....	43
3.3.4.4. Filter Min	44
3.3.4.5. Filter Wiener	44

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1. Pendahuluan	46
4.2. Analisa Hasil dari Sistem yang Dibuat	46
4.3. Pemisahan Saluran Warna Hijau.....	47
4.4. Filter Morfologi.....	49
4.5. Peningkatan Kontras dengan CLAHE	51
4.6. Penghilangan Derau	67
4.7. Parameter Perhitungan Keberhasilan Peningkatan	68
4.7.1. PSNR	68
4.7.2. SSIM	98

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan	115
5.2. Saran.....	115

DAFTAR PUSTAKA	117
----------------------	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Metode Penghilangan	
Noise dan Peningkatan Citra dengan CLAHE [1].....	9
Gambar 2.2. Citra retina asli dan citra retina setelah di enhancement	10
Gambar 2.3. Citra dengan noise dan citra setelah noise dihilangkan	11
Gambar 2.4. Citra asli dengan citra setelah segmentasi.	11
Gambar 2.5. Citra retina berwarna.	12
Gambar 2.6. Citra pemisahan saluran warna dengan efek keabuan	13
Gambar 2.7. Citra retina berskala keabuan.....	13
Gambar 2.8. Contoh bentuk struktur elemen	16
Gambar 3.1. Kerangka Kerja Penelitian.....	24
Gambar 3.2. Perancangan tahapan proses peningkatan citra.....	27
Gambar 3.3. Proses pemisahan saluran warna	28
Gambar 3.4. Tahapan proses filter morfologi.....	29
Gambar 3.5. Struktur elemen filter morfologi.....	30
Gambar 3.6. Matriks citra saluran hijau berdimensi 6x6	30
Gambar 3.7. Proses operasi erosi.....	31
Gambar 3.8. Matriks citra hasil erosi	31
Gambar 3.9. Proses operasi dilasi.....	32
Gambar 3.10. Matriks citra hasil opening	32
Gambar 3.11. Matriks citra hasil filter morfologi	33
Gambar 3.12. Perancangan tahapan proses peningkatan citra.....	34
Gambar 3.13. Matriks citra yang akan ditingkatkan	34
Gambar 3.14. Pembagian sub – sub matriks	35
Gambar 3.15. Sub – sub citra 3 x 3	35
Gambar 3.16. Matriks citra hasil peningkatan.....	39
Gambar 3.17. Penghilangan derau dengan berbagai filter.....	39
Gambar 3.18. Matriks citra yang akan di filter.....	40
Gambar 3.19. Mask pertama 3x3.....	40
Gambar 3.20. Mask kedua 3x3.....	41
Gambar 3.21. Matriks citra hasil proses filter rerata kontraharmonik.....	42

Gambar 3.22. Matriks citra hasil proses filter median	43
Gambar 3.23. Matriks citra hasil proses filter max.	43
Gambar 3.24. Matriks citra hasil proses filter min	44
Gambar 4.1. Pemisahan saluran warna.....	48
Gambar 4.2. Histogram saluran warna	49
Gambar 4.3. Proses filter morfologi	50
Gambar 4.4. Perbedaan citra saluran warna hijau dengan citra setelah CLAHE	51
Gambar 4.5. Perbedaan histogram citra saluran warna hijau dengan citra setelah CLAHE	52
Gambar 4.6. Grafik perbandingan nilai PSNR metode yang diujikan dengan penelitian terdahulu	114
Gambar 4.7. Grafik perbandingan nilai SSIM metode yang diujikan dengan penelitian terdahulu	114

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Dataset STARE yang digunakan	25
Tabel 3.2. Proses hasil peningkatan histogram sub citra c1	36
Tabel 3.3. Proses hasil peningkatan histogram sub citra c2	37
Tabel 3.4. Proses hasil peningkatan histogram sub citra c3	38
Tabel 3.5. Proses hasil peningkatan histogram sub citra c4	38
Tabel 4.1. Contoh citra dengan intensitas yang bervariasi	46
Tabel 4.2. Jumlah Dataset yang digunakan	47
Tabel 4.3. Perubahan nilai intensitas terendah citra saluran hijau dan citra setelah CLAHE	52
Tabel 4.4. Hasil Penghilangan derau dengan berbagai filter	67
Tabel 4.5. Nilai MSE dari dataset yang diujikan dengan filter yang berbeda	69
Tabel 4.5. Nilai PSNR (dB) dari dataset yang diujikan dengan filter yang berbeda	84
Tabel 4.7. Nilai SSIM dari dataset yang diujikan dengan filter yang berbeda	99
Tabel 4.8. Perbandingan hasil peningkatan kualitas citra retina dengan penelitian terdahulu	113

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Berkas Revisi Tugas Akhir

LAMPIRAN 2. Cek Plagiat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan citra medis untuk diagnosis penyakit adalah salah satu bidang yang menarik minat para peneliti dan dokter [1]. Dokter mendiagnosis penyakit melalui citra fundus retina. Citra fundus retina adalah salah satu citra medis yang diperoleh melalui fotografi fundus atau oftalmoskopi. Oftalmoskopi adalah tes yang dilakukan oleh seorang dokter dengan mengambil citra bagian belakang dan dalam mata atau disebut fundus dengan kamera fundus. Kamera Fundus digunakan untuk mengambil fitur-fitur seperti retina, area cakram optik dan area gelas, permukaan posterior mata dan daerah makula [1][2]. Citra fundus retina dapat digunakan untuk mendiagnosis beberapa penyakit. Citra fundus retina mengandung banyak informasi medis dan banyak penyakit [3], misalnya, retinopati diabetic [4][2], katarak [5], hipertensi, degenerasi makula [6], dan arteriosclerosis.

Penyakit dapat didiagnosa dengan adanya kelaianan atau gangguan di bagian retina seperti pelebaran pembuluh darah retina, adanya pendarahan pada retina, terjadi perubahan pada makula, dan terdapat jaringan lain pada retina sehingga mempengaruhi penglihatan seseorang. Kelainan pada retina mengakibatkan penghilatan berkurang (kabur/buram) atau terjadi yang paling parah yaitu kebutaan [5] [7].

Kualitas citra fundus adalah aspek kunci untuk melakukan diagnosis penyakit yang tepat oleh dokter mata [1], kontras adalah parameter utama yang signifikan dalam kualitas citra [2]. Namun, kontras rendah pada citra fundus retina dapat memungkinkannya terjadi kesalahan diagnosis penyakit. Hal ini dikarenakan beberapa citra fundus retina biasanya terjadi degradasi karena kurangnya keseimbangan dengan saluran warna [6], dengan kontras rendah [8][9][3], pencahayaan tidak merata, dan blur detail karena lingkungan pencitraan yang kompleks [8], kualitas buruk [3], noise [1][10].

Dalam tahapan pemrosesan citra, preprocessing citra medis dilakukan di awal sebelum pelaksanaan langkah pemrosesan untuk meningkatkan citra dengan denoising dan peningkatan kontras [1]. Tujuan dari peningkatan citra medis adalah membedakan pembuluh dengan latar belakang, terutama untuk pembuluh yang sangat kecil. Karena pembuluh darah adalah salah satu informasi penting dalam citra fundus. Namun, sensitif terhadap noise [3].

Metode pada penelitian sebelumnya di usulkan untuk menghilangkan masalah yang ada pada citra fundus retina. Dai et al [9], mengusulkan metode Normalized Convolution with Domain Transform untuk menghindari hilangnya informasi dari citra asli dan meningkatkan pembuluh. Zhou et al [8], menyajikan metode peningkatan untuk citra retina warna berdasarkan iluminasi dan penyesuaian kontras untuk menghindari masalah distorsi warna dan peningkatan berlebihan. Gupta el al [11], menggunakan metode pemerataan histogram berbasis kuantil dengan tujuan agar tidak mendistorsi citra dan menjaga kealamian citra. Lu et al [3], menyusun metode peningkatan pembuluh retina dengan morfologi filter dan kombinasi dari gabor dan matched filter untuk menghilangkan derau dari citra berkualitas buruk dan kontras rendah. Shahid et al [12], peningkatan pembuluh menggunakan frangi filter membantu proses segmentasi membedakan pembuluh besar dan pembuluh kecil. Zhao et al [13], mengusulkan metode peningkatan pembuluh untuk membedakan ukuran pembuluh untuk proses segmentasi.

Dalam penelitian ini dikarenakan permasalahan yang ada, kami mengusulkan suatu metode untuk meningkatkan kualitas citra retina yang buruk dan kontras rendah. Dengan menggunakan ekstraksi saluran hijau dari citra retina karena memiliki noise yang rendah dan bentuk pembuluh yang lebih jelas daripada saluran merah dan biru[14]. Lalu, citra akan di filter dengan morfologi filter untuk penghilangan noise. Kemudian, citra yang telah di filter akan ditingkatkan kontrasnya dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Citra yang telah ditingkatkan akan di filter kembali dengan beberapa metode penghilangan noise yaitu filter rata-rata kontraharmonik, filter median, filter max, filter min, dan filter wiener.

1.2 Perumusan Masalah

Setiap citra retina memiliki kualitas dan kontras citra yang berbeda. Citra retina dengan kualitas yang buruk dan kontras yang rendah mempengaruhi dokter untuk diagnosis penyakit pada pasien. Bebagai metode untuk perbaikan kualitas dan peningkatan kontras citra retina dilakukan salah satunya dengan memanfaatkan proses pengolahan citra yaitu perbaikan citra dengan penghilangan derau dan peningkatan kontras dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). Dari masalah dalam penelitian ini akan diketahui bagaimana implementasi metode perbaikan dengan penghilangan derau dan peningkatan kontras dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) untuk kualitas citra retina yang buruk dan kontras yang rendah. Pada penelitian ini juga akan menghitung tingkat *Peak Signal Noise Ratio* (PSNR) dan Structural Similarity Index (SSIM).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dengan melakukan penelitian ini adalah :

1. Meningkatkan kualitas citra retina yang buruk dengan memanfaatkan perbaikan citra dengan penghilangan derau.
2. Meningkatkan kontras citra retina yang rendah dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE).
3. Mengetahui keberhasilan metode yang digunakan dari tingkat PSNR dan SSIM.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat dirasakan dengan melakukan penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi mengenai peningkatan metode yang digunakan.
2. Memperkenalkan metode perbaikan kualitas citra dan peningkatan kontras dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dan penghilangan derau sebagai salah satu metode untuk peningkatan kualitas citra retina.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang di hadapi adalah sebagai berikut :

1. Citra yang diolah berukuran 605 x 700 bertipe JPEG.
2. Perbedaan kontras pada masing-masing citra.
3. Citra yang di proses hanya citra saluran warna hijau.
4. Citra yang diolah merupakan citra asli dataset STARE tanpa penambahan noise.
5. Noise pada citra yang diolah merupakan noise dari akuisisi data dan dari proses pengolahan citra.
6. Tidak membahas teori noise secara rinci.
7. Perhitungan keberhasilan dengan nilai PSNR dan SSIM dari peningkatan kualitas citra retina.

1.6 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Metode Tinjauan Pustaka/Studi literatur

Dalam tahap ini penulis mencari informasi tentang proses pengolahan citra yaitu perbaikan kualitas citra dengan penghilangan derau dan peningkatan kontras citra retina dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE), melalui media pembelajaran seperti jurnal ilmiah, buku, internet, serta artikel-artikel terkait yang mendukung penyelesaian Tugas Akhir ini.

2. Metode Konsultasi

Pada metode ini, peneliti melakukan konsultasi kepada orang-orang yang dianggap memiliki pengetahuan dan wawasan mengenai masalah pada Tugas Akhir ini.

3. Metode Pengumpulan Data

Dalam tahap ini, yakni dengan menggunakan citra retina database yang sudah tersedia yang diambil dalam database STARE.

4. Metode Observasi

- Metode ini dilakukan dengan cara mengamati, mencatat, dan menganalisa terhadap data yang diperoleh.
5. Metode Perancangan dan Pembuatan Sistem (*Software*)
Pada tahap ini akan dilakukan perancangan serta pembuatan sistem (software) yang dapat dilakukan untuk perbaikan kualitas citra retina dengan penghilangan derau dan peningkatan kontras dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE).

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam melakukan pembuatan laporan tugas akhir, terdapat sistematika penulisan yang akan di tulis dalam membuat laporan tugas akhir ini.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab I akan berisikan latar belakang masalah, tujuan dan manfaat serta metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada Bab II akan berisi dasar teori citra, pengolahan citra, peningkatan kontras citra retina *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE), penghilangan derau dengan berbagai filter.

BAB III METODELOGI

Pada Bab III akan membahas analisis dan perancangan sistem perbaikan kualitas citra dengan penghilangan derau dan peningkatan kontras dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE).

BAB IV HASIL DAN ANALISA

Pada Bab IV membahas proses implementasi perangkat lunak dari hasil perbaikan citra dengan penghilangan derau dan peningkatan kontras dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE).

BAB V**KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab V berisi kesimpulan dari bab-bab yang sudah dicantumkan mengenai hasil dari pengimplementasian metode pengolahan citra penghilangan derau dan peningkatan kontras dengan *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE). 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,” *2016 Int. Conf. Next Gener. Intell. Syst. ICNGIS 2016*, 2017.
- [3] C. Lu *et al.*, “Vessel Enhancement of Low Quality Fundus Image Using Mathematical Morphology and Combination of Gabor and Matched Filter,” in *Proceedings of the 2016 International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition (ICWAPR)*, 2016, pp. 10–13.
- [4] 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.
- [5] A. Mitra, S. Roy, S. Roy, and S. K. Setua, “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.
- [6] P. Bhurayanontachai, S. Intajag, and S. Kansomkeat, “Histogram specification with generalised extreme value distribution to enhance retinal images,” *Electron. Lett.*, vol. 52, no. 8, pp. 596–598, 2016.
- [7] 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.
- [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] 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, 2016.

- [10] A. F. M. Hani, T. A. Soomro, I. Faye, N. Kamel, and N. Yahya, “Denoising methods for retinal fundus images,” *2014 5th Int. Conf. Intell. Adv. Syst. Technol. Converg. Sustain. Futur. ICIAS 2014 - Proc.*, no. 2, 2014.
- [11] B. Gupta and M. Tiwari, “Color retinal image enhancement using luminosity and quantile based contrast enhancement,” *Multidimens. Syst. Signal Process.*, 2019.
- [12] 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.
- [13] Y. Zhao *et al.*, “Automatic 2-D/3-D Vessel Enhancement in Multiple Modality Images Using a Weighted Symmetry Filter,” *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 37, no. 2, pp. 438–450, 2018.
- [14] M. S. Miri, “Retinal Image Analysis Using Curvelet Transform and Multistructure Elements Morphology by Reconstruction,” no. July, 2015.
- [15] M. D. . M. Goldbaum, “The STARE Project,” [Online]. Available : <http://cecas.clemson.edu/~ahoover/stare/>, 2003. .
- [16] M. D. . M. Goldbaum, “List of Diagnoses STARE,” [Online]. Available : <http://cecas.clemson.edu/~ahoover/stare/diagnoses/diagnoses.html>, 2003. .
- [17] M. D. . M. Goldbaum, “STARE Diagnoses Code,” [Online]. Available : <http://cecas.clemson.edu/~ahoover/stare/diagnoses/all-mg-codes.txt>, 2003.
- [18] A. Kadir and A. Susanto, *Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra*. Yogyakarta: Andi, 2013.
- [19] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and S. L. Eddins, *Digital Image Processsign Using MATLAB Second Edition*, Second. United States of America: Gatesmark Publishing, 2009.
- [20] E. Alzaid, S. Arabia, W. M. Shalash, S. Arabia, and M. F. Abulkhair, “Retinal Blood Vessels Segmentation using Gabor Filters,” *2018 1st Int. Conf. Comput. Appl. Inf. Secur.*, 2018.
- [21] E. Prasetyo, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya menggunakan Matlab.pdf*. Yogyakarta: Andi, 2011.
- [22] 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.