

PENERAPAN METODE CONTRAST STRETCHING UNTUK PERBAIKAN KUALITAS CITRA RETINA

SKRIPSI

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



OLEH :

DWI RATNA NINGSIH

09011181621007

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

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN METODE *CONTRAST STRETCHING* UNTUK PERBAIKAN KUALITAS CITRA RETINA

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

DWI RATNA NINGSIH

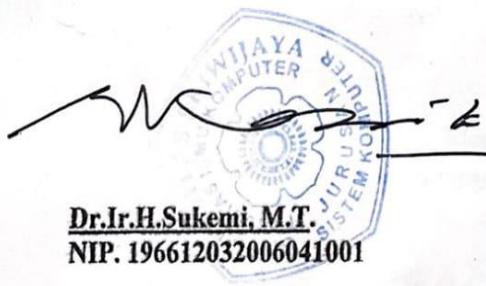
09011181621007

Indralaya, Juli 2020

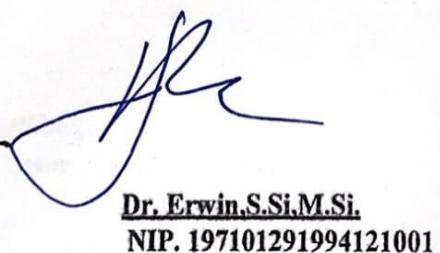
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



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



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

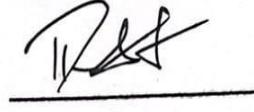
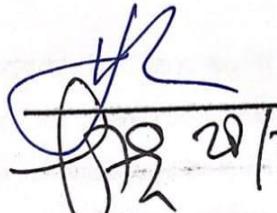
HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 10 Juli 2020

Tim Penguji :

1. Ketua : Rahmat Fadli Istanto, M.Sc.
2. Sekretaris : Dr. Erwin, S.Si., M.Si.
3. Anggota I : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.
4. Anggota II : Aditya Putra Perdana P., M.T.



20/7/2020



Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer


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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwi Ratna Ningsih

NIM : 09011181621007

Judul : Penerapan Metode *Contrast Stretching* Untuk Perbaikan Kualitas Citra Retina

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 2%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat dari penelitian orang lain. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Inderalaya, Juli 2020

Yang menyatakan,



Dwi Ratna Ningsih

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Skripsi ini saya persembahkan untuk menyelesaikan perkuliahan ini”

“Jangan berhanti berbuat baik, karena kita tidak akan tau perbuatan baik mana
yang akan membawa kita ke surga”

*Segenap hati berterima kasih dengan penuh rasa sayang
kepada :*

- *Ayah (Henson) dan Ibu (Kusmawati) tercinta*
- *Kakak Reezky, Rabbil, Ridho (boy's squad)*
- *Dira (Kembaran)*
- *Teman-teman seperjuangan SKA dan Himasisko*
- *Civitas Akademika Universitas Sriwijaya*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah akhirnya skripsi ini terselesaikan berkat rahmat Allah Swt yang telah memberikan nikmat sehat, waras, kesempatan serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Penerapan Metode *Contrast Stretching* untuk perbaikan kualitas citra retina.”

Penyelesaian dari tugas akhir ini, tidak lepas dari campur tangan berbagai pihak yang mendukung, motivasi, bimbingan, serta bantuan dari banyak orang. Karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada:

1. Allah ya zalzaliwalikrom.
2. Ayah dan Ibu tercinta, Kakak, Adik dan keluarga penulis.
3. Bapak selaku Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. Ketua Jurusan Sistem Komputer.
4. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Tugas Akhir.
5. Bapak Ahmad Zarkasi, M.T. selaku ketua sidang.
6. Bapak Dr.Ir. Bambang Tutuko, M.T. selaku penguji sidang.
7. Bapak Aditya Putra Perdana Prasetyo, M.T. selaku penguji sidang.
8. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
9. Mbak Winda Kurnia Sari selaku Admin Jurusan Sistem Komputer.
10. Teman-teman SMA Ichantik tempat curhat, wak Heryani, yuk Tami, 4OH yang suka vc tiba-tiba, anak-anak kost karjo.
11. Teman-teman sepembimbingan Winda si bucin, Ranti gades, Devi madev, Ega si bucin, Tety si pendiam, Rani huawei, Anggara bucinnya twice, dan Anggi yang setia serta Annisa yang hobi makan.
12. Kakak-kakak tingkat 2015 terutama yang satu bimbingan (Kak Giena), Kak Faris bukan orang Paris dari klan CSGO, teman-teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2016 terkhusus kelas SKA, HIMASISKO, JOYA, serta semua pihak yang tidak dapat penulis tuliskan satu persatu.
13. Civitas Akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam proses penggerjaan tugas akhir ini, tentu masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, sebagai bahan untuk perbaikan kedepan penulis tentunya mengharapkan koreksi dan saran terhadap isi dari tugas akhir ini.

Semoga dengan adanya tugas akhir ini dapat menambah ilmu dan pengembangan wawasan ilmu pengetahuan tentang pengolahan citra digital dan dapat menjadi bahan referensi. Semangat selamat berjuang di-SK don't think just do it, semoga skripsi ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Indralaya, Juli 2020

Penulis

APPLICATION OF CONTRAST STRETCHING METHOD FOR IMPROVEMENT OF RETINAL IMAGE QUALITY

**Dwi Ratna Ningsih
(09011181621007)**

Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,
Sriwijaya University

Email: dwirn20@gmail.com

Abstract

Enhancement of the quality of retinal images that have both noise and noise is the first step in image processing to help improve accuracy for image segmentation and extraction. In this pre-processing stage, two contrast methods are used namely contrast stretching and CLAHE. Increase contrast by stretching the existing value in the image at a certain intensity. Contrast stretching will stretch, increase, and decrease the contrast of the image. And median filter, min filter, and max filter as filters for image enhancement that will filter out noise or noise. With this increase in image quality, it can be seen which method is better in improving it. By using MSE, PSNR, and SSIM measurement parameters to see the image quality and whether or not accurate. Using the STARE dataset based on PSNR and SSIM values it can be seen that the max filter (60.06 dB) is better than the min filter (50.83 dB) and the median filter (57.30 dB) in noise removal. And from the average value of the SSIM, it can be seen that the median filter (0.90) is better than the min (0.87) and max filter (0.88) in noise removal. Thus the contrast stretching method and median filter are better in enhancing this image. The average value of contrast stretching PSNR and various filters has a value of 57.30 dB for the median, a value of 50.83 dB for the min filter, and a value of 60.06 dB for the max filter. The average value of SSIM with contrast stretching method and the median average value of 0.90. The value of 0.87 min filter and the max filter has a value of 0.88. While the PSNR results from CLAHE with a median filter of 32.22 dB and a min filter of 31.73 dB, then a max filter of 32.45 dB. And the average value of SSIM CLAHE is 0.82 with a median, 0.78 with a min filter, and 0.77 with a max filter. From the results of the PSNR and SSIM, it can be seen that contrast stretching is superior to CLAHE in enhancement.

Keywords: Enhancement, STARE dataset, Contrast Stretching, CLAHE, Median Filter, Min Filter, Max Filter, Retinal Image, Noise Removal.

PENERAPAN METODE *CONTRAST STRETCHING* UNTUK PERBAIKAN KUALITAS CITRA RETINA

**Dwi Ratna Ningsih
(09011181621007)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Sriwijaya

Email: dwirn20@gmail.com

Abstrak

Perbaikan (Enhancement) kualitas citra retina yang terdapat derau maupun noise adalah langkah pertama yang dalam pengolahan citra membantu meningkatkan hasil akurasi untuk segmentasi citra maupun ekstraksi. Dalam tahap pre-processing ini digunakan dua metode contrast yaitu contrast stretching dan CLAHE. Meningkatkan kontras dengan cara meregangkan nilai yang ada pada citra pada intensitas tertentu. Contrast stretching akan meregangkan, meningkatkan dan menurunkan contrast citra. Dan median filter, min filter dan max filter sebagai filter untuk enhancement citra yang akan memfilter kebisingan atau derau. Dengan adanya peningkatan kualitas citra ini dapat dilihat metode mana yang lebih baik dalam peningkatannya. Dengan menggunakan parameter ukur MSE, PSNR dan SSIM untuk melihat kualitas citra dan akurat atau tidaknya. Menggunakan dataset STARE berdasarkan nilai PSNR dan SSIM dapat dilihat bahwa max filter (60,06 dB) lebih baik dari min filter (50,83 dB) dan median filter (57,30 dB) dalam penghilangan derau. Dan dari nilai rata-rata SSIM tersebut dapat dilihat bahwa median filter (0,90) lebih baik dari pada min (0,87) dan max filter (0,88) dalam penghilangan derau. Dengan demikian metode contrast stretching dan median filter lebih bagus dalam enhancement citra ini. Nilai rata-rata PSNR contrast stretching dan berbagai filter memiliki nilai 57,30 dB untuk median, nilai 50,83 dB untuk min filter, dan nilai 60,06 dB untuk max filter. Nilai rata-rata SSIM dengan metode contrast stretching dan median nilai rata-rata 0,90. Nilai 0,87 min filter, dan max filter memiliki nilai 0,88. Sedangkan nilai hasil PSNR dari CLAHE dengan filter median 32,22 dB dan min filter 31,73 dB kemudian filter max 32,45 dB. Dan nilai rata-rata SSIM CLAHE adalah 0,82 dengan median, 0,78 dengan min filter, dan 0,77 dengan max filter. Dari hasil PSNR dan SSIM tersebut dapat dilihat bahwa contrast stretching lebih unggul dari pada CLAHE dalam enhancement.

Kata Kunci : Perbaikan Kualitas Citra, STARE dataset, Contrast Stretching, CLAHE, Median Filter, Min Filter, Max Filter, Citra Retina, Penghilangan Derau.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Lembar Pernyataan	iv
Halaman Persembahan	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstrak	viii
Abstrack	ix
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Citra	6
2.2.1.1 Definisi Citra.....	6
2.2.1.2 Citra Digital.....	7
2.2.1.2 Citra RGB	7
2.2.2 Retina	8
2.2.3 Penghilangan Derau.....	9
2.2.4 Peningkatan Kualitas Citra (Enhancement)	9

2.2.4.1 <i>Grayscale</i>	10
2.2.4.2 CLAHE (<i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i>)	11
2.2.4.3 Median Filter	12
2.2.4.4 Min Filter	13
2.2.4.5 Max Filter	13
2.2.4.6 <i>Contrast Stretching</i> (CS)	13
2.2.4.7 <i>Mean Square Error</i> (MSE) dan PNSR (<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>)	15
2.2.4.8 SSIM (<i>Structural Similarity Index</i>)	15
BAB III. METODOLOGI	
3.1 Pendahuluan	17
3.2 Kerangka Kerja	17
3.3 Dataset.....	18
3.1.1 STARE (<i>STructured Analysis of the Retina</i>)	18
3.4.Lingkungan <i>Hardware</i>	18
3.5 Perancangan Sistem.....	19
3.5.1 Input Image	20
3.5.2 Perbaikan Kualitas Citra (<i>Enhancement</i>)	20
3.5.2 Output Image	26
BAB IV. HASIL DAN ANALISIS	
4.1 Akuisisi Citra dan Dataset	28
4.1.1 Database <i>File</i> Citra STARE	28
4.1.2 Dataset	28
4.2 Tahapan Pemrograman.....	28
4.2.1 Input Citra	28
4.2.2 Grayscale.....	29
4.2.3 Median Filter	33
4.2.4 Min Filter.....	34
4.2.5 Max Filter	35
4.2.6 CLAHE	36
4.2.7 <i>Contrast Stretching</i>	42
4.3 Hasil Program	46

4.5 Pengukuran Parameter	49
4.6 Pembahasan dan Analisis	54
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra Retina STARE	7
Gambar 2.2 Citra STARE noise dan noise dihilangkan	9
Gambar 2.3 Citra grayscale retina STARE	10
Gambar 3.1 Kerangka Kerja.....	18
Gambar 3.2 Diagram Proses.....	20
Gambar 3.3 Diagram proses grayscale	21
Gambar 3.4 Diagram proses median filter	22
Gambar 3.5 Diagram proses min filter	23
Gambar 3.6 Diagram proses max filter	24
Gambar 3.7 Diagram proses CLAHE filter	25
Gambar 3.8 Diagram proses contrast stretching filter	26
Gambar 4.1 Input citra STARE	29
Gambar 4.2 (a). Histogram awal, (b) Histogram CS dan Median Filter.....	30
Gambar 4.3 a. Matrik 3x3 R, b. Matrik 3x3 G, c. Matrik 3x3 B.....	31
Gambar 4.4 Matrik 3x3 sub dari table 4.5	36
Gambar 4.5 Matrik 3x3 hasil CLAHE : a. m1, b. m2, c. m3, d.m4	42
Gambar 4.6 (a). Matrik citra awal (b). Matrik citra hasil	49
Gambar 4.7 Grafik hasil PSNR pada 40 citra.....	52
Gambar 4.8 Grafik hasil SSIM pada 40 citra	52
Gambar 4.9 a). Citra asli b). Histogram c). Grayscale d).CLAHE.....	54
Gambar 4.10 a). CS dan median filter b). Histogram CS dan median filter	55
Gambar 4.11 Grafik Hasil Olah dengan Parameter PSNR	55
Gambar 4.12 Grafik Hasil Olah dengan Parameter SSIM.....	56
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Hasil Olah dengan Hasil Peneliti Lain.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Contoh Beberapa Dataset STARE yang Diujikan	18
Tabel 4.2 Matrik hasil (grayscale)	32
Tabel 4.3 Matrik 6x6 grayscale	33
Tabel 4.4 Matrik 3x3	33
Tabel 4.5 Matrik Hasil Median	34
Tabel 4.6 Matrik 3x3 dari table 4.3	34
Tabel 4.7 Matrik Hasil dari Min Filter	35
Tabel 4.8 Matrik Max Filter	35
Tabel 4.9 Matrik Hasil Max Filter	36
Tabel 4.10 Proses Peningkatan pada Citra m1	40
Tabel 4.11 Proses Peningkatan pada Citra m2	40
Tabel 4.12 Proses Peningkatan pada Citra m3	41
Tabel 4.13 Proses Peningkatan pada Citra m4	41
Tabel 4.14 Matrik Hasil dari Contrast Stretching	46
Tabel 4.15 Hasil Peningkatan 40 Citra dengan CLAHE dan Berbagai Filter	47
Tabel 4.16 Hasil Peningkatan 40 Citra dengan Contrast Stretching dan Berbagai Filter	48
Tabel 4.17 Hasil Nilai MSE dari Dataset yang Diujikan dengan Berbagai Filter	50
Tabel 4.18 Hasil Nilai PSNR dari Dataset yang Diujikan dengan Berbagai Filter...	51
Tabel 4.19 Hasil Nilai SSIM dari Dataset yang Diujikan dengan Berbagai Filter ...	53
Tabel 4.20 Perbandingan Hasil Olah dengan Hasil Peneliti Lain	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dataset STARE 40 Citra dan Histogram Awal	64
Lampiran 2 Hasil Peningkatan Kualitas 40 Citra dengan CLAHE dan Berbagai Filter.....	71
Lampiran 3 Hasil Peningkatan Kualitas 40 Citra dengan Contrast Stretching dan Berbagai Filter.....	78
Lampiran 4 Hasil Nilai MSE dari Dataset yang diujikan dengan filter yang berbeda	85
Lampiran 5 Hasil Nilai PSNR dari dataset yang diujikan dengan filter yang berbeda	88
Lampiran 6 Hasil Nilai SSIM dari dataset yang diujikan dengan filter yang berbeda	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Retina merupakan salah satu dari objek yang diambil oleh kamera fundus. Citra digital medis yang diambil dari kamera fundus digunakan sebagai pendekripsi kelainan pada mata. Karena itu, para peneliti dan dokter tertarik akan bidang peningkatan citra untuk diagnosis penyakit. Peningkatan citra medis ini akan mengurangi kebisingan yang ada pada citra serta peningkatan kontras citra[1]. Diagnosis penyakit dilakukan dengan cara manual oleh dokter atau dengan teknik pengolahan citra. Kamera fundus merupakan alat yang digunakan dokter untuk mengambil citra retina yang akan di diagnosis. Kualitas citra retina tergantung dari pencahayaan, kedipan mata, dan gerak mata. Jika ada kebisingan pada citra akan mempengaruhi kualitas dan sensitivitas pada citra. Citra retina dapat digunakan mendiagnosis berbagai penyakit retina misalnya, glaucoma, retinopati diabetik, dll. Penyakit di deteksi dari adanya kelainan pada makula, pembuluh darah yang melebar yang akhirnya dapat menyebabkan kebutaan[2]. Keakuratan dari diagnosis tergantung pada kualitas citra, kebisingan pada citra dapat dihilangkan dengan perbaikan kualitas citra. Tujuan perbaikan kualitas citra adalah untuk menghilangkan kebisingan[2].

Pada penelitian ini akan membahas bagaimana proses perbaikan kualitas citra untuk mendapatkan citra baru yang lebih baik dari citra asli. Perbaikan (Enhancement) kualitas citra retina yang terdapat derau maupun noise adalah langkah pertama yang dalam pengolahan citra membantu meningkatkan hasil akurasi untuk segmentasi citra maupun ekstraksi. Agar citra yang telah mengalami kebisingan mudah diinterpretasi, maka citra tersebut dapat dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik menggunakan teknik atau metode pengolahan citra[3]. Dari suatu citra dapat ditajamkan garis-garis pembatas untuk meningkatkan. Kualitas citra yang rendah dan buruk tidaklah dapat ditafsirkan secara langsung oleh mata manusia oleh karena itu digunakanlah metode peningkatan kualitas citra contrast stretching dan median filter. Jenis pemodelan gambar yang digunakan untuk pemrosesan digital, salah satunya yang bagus hasilnya adalah RGB. Untuk mengetahui frekuensi warna pada gambar digital digunakanlah grafik histogram[4]. Pada gambar terdapat noise terang dan gelap pada distribusi acak pada

gambar yang mana dapat mempengaruhi efek visual dari gambar serta informasi yang ada pada gambar[5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka pre-processing ini digunakan metode contrast yaitu contrast stretching. Meningkatkan kontras dengan cara meregangkan nilai yang ada pada citra pada intensitas tertentu. Contrast stretching akan meregangkan, meningkatkan dan menurunkan contrast citra. *Noise Removal* dengan median filter dan wiener filter sebagai filter untuk enhancement citra yang akan memfilter kebisingan atau derau. Dengan adanya peningkatan kualitas citra ini dapat dilihat metode mana yang lebih baik dalam peningkatannya. Dengan parameter *Mean Square Error (MSE)*, *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)* dan *SSIM (Structural Similarity Index)* untuk melihat kualitas citra dan akurat atau tidaknya perbaikan kualitas yang diujikan.

1.2 Perumusan Masalah

Proses akuisisi pada citra tidak semua citra selalu memiliki kualitas yang baik. Citra hasil akuisisi sering terdapat derau, buram, dan penurunan kontras. Hal itu akan mempengaruhi diagnosis dokter terhadap penyakit yang ada pada retina. Perbaikan kualitas citra merupakan tahap awal dalam pengolahan citra. Perbaikan kualitas citra akan menghilangkan kebisingan. Pada penelitian ini menggunakan salah satu dari banyaknya metode perbaikan kualitas citra yaitu, contrast stretching dan dengan filter median, min, dan max filter serta CLAHE. Pada tugas akhir ini akan diketahui bagaimana penerapan dari contrast stretching serta filter penghilangan derau. Median filter, min filter, dan max filter yang akan menghilangkan noise atau kebisingan pada citra. CLAHE dan contrast stretching yang akan melakukan peningkatan kontras atau perbaikan kontras. Selanjutnya setelah dilakukan perbaikan contrast. Dengan menggunakan parameter *Mean Square Error (MSE)*, *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)* dan *SSIM (Structural Similarity Index)* untuk mengukur tingkat keberhasilan dari metode yang diajukan.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui mana yang baik antara metode *contrast stretching* dan CLAHE dalam meningkatkan kualitas citra dengan parameter ukur PSNR dan SSIM.

2. Mengetahui filter mana yang baik dalam penghilangan derau antara filter median, min filter, dan max filter dalam *enhancement*.
3. Menganalisa peningkatan kualitas citra yang rendah dengan proses pengolahan citra dengan contrast stretching, CLAHE dan dengan metode penghilangan derau.
4. Membandingkan hasil pengukuran kualitas citra dengan parameter yang digunakan *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)* dan *SSIM (Structural Similarity Index)*.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan citra hasil perbaikan kualitas yang lebih baik dari citra asli dengan menggunakan metode *Contrast Stretching*.
2. Dapat membantu memenuhi dalam tahap diagnosis dini penyakit retina mata pada bidang medis dengan perbaikan kualitas citra metode contrast stretching dan CLAHE.
3. Untuk mengembangkan parameter pengukuran seperti *Mean Square Error (MSE)*, *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)* dan *SSIM (Structural Similarity Index)* untuk perbaikan kualitas pada citra retina.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang dibatasi oleh peneliti, yaitu hanya membahas pada perbaikan kualitas citra dengan metode *Contrast Stretching* menggunakan *Stretchlim*. Serta *noise removal* dengan median filter dan wiener filter. Dengan menggunakan dataset STARE yang merupakan data sekunder di dapatkan melalui website dataset STARE. Menggunakan format .jpg. Pada penelitian ini penulis hanya menggunakan dataset STARE. Menampilkan hasil perbaikan kualitas citra dengan menggunakan parameter *Mean Square Error (MSE)*, *PSNR (Peak Signal to Noise Ratio)* dan *SSIM (Structural Similarity Index)*.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan skripsi ini sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab 1 ini berisikan Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 ini berisikan pembahasan mengenai Penelitian-penelitian sebelumnya dan Dasar Teori.

BAB 3 METODOLOGI

Bab 3 ini berisikan pembahasan tentang Dataset, Lingkugan Hardware dan Software, Proses jalannya Metode pada Blok Diagram, dan Metode serta perancangan sistem.

BAB 4 HASIL DAN ANALISIS SEMENTARA

Bab 4 ini memiliki pembahasan tentang Akuisisi citra dan Dataset, Tahap Pemrograman, Perbandingan Hasil Olah dan Dataset, Pengukuran Parameter, Pembahasan, dan Analisis.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan Kesimpulan Skripsi ini dan saran mengenai keseluruhan isi dari tugas akhir ini untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

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.*, pp. 1–13, 2018, doi: 10.1016/j.optlastec.2018.06.061.
- [2] H. S. V. Kumar, “A Comparative Study on Filters with Special Reference to Retinal Images,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 138, no. 5, 2016, doi: 10.5120/ijca2016908834.
- [3] R. D. Putra, “A Review of Image Enhancement Methods,” *Int. J. Appl. Eng. Res. ISSN*, vol. 12, no. 23, pp. 13596–13603, 2017.
- [4] K. Firdausy, T. Sutikno, and E. Prasetyo, “IMAGE ENHANCEMENT USING CONTRAST STRETCHING ON RGB AND IHS DIGITAL IMAGE,” *Cent. Electr. Eng. Res. Solut. (CEERS), ISSN*, vol. 5, No.1, no. 1, pp. 45–50, 2007.
- [5] Y. Zhu and C. Huang, “An Improved Median Filtering Algorithm for Image Noise,” *Phys. Procedia*, vol. 25, pp. 609–616, 2012, doi: 10.1016/j.phpro.2012.03.133.
- [6] B. Gupta and M. Tiwari, “Color retinal image enhancement using luminosity and quantile based contrast enhancement,” *PDPM*, 2018.
- [7] M. Zhou, K. Jin, S. Wang, J. Ye, D. Qian, and S. Member, “Color Retinal Image Enhancement Based on Luminosity and Contrast Adjustment,” *IEEE*, vol. 9294, no. c, 2017, doi: 10.1109/TBME.2017.2700627.
- [8] 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.*, p. 12, 2016, doi: 10.1155/2016/5075612.
- [9] K. Jin, M. Zhou, S. Wang, L. Lou, Y. Xu, and J. Ye, “Computer-aided diagnosis based on enhancement of degraded fundus photographs,” *Acta Ophthalmol.*, no. 1994, pp. 320–326, 2018, doi: 10.1111/aos.13573.
- [10] Y. Madhu and S. Reddy, “Spatial Mutual Relationship Based Retinal Image Contrast Enhancement for Efficient Diagnosis of Diabetic Retinopathy,” *INASS*, vol. 11, no. 5, 2018, doi: 10.22266/ijies2018.1031.05.
- [11] C. Lu *et al.*, “Vessel Enhancement Of Low Quality Fundus Image Using Mathematical Morphology And Combination Of Gabor And Matched Filter,” *IEEE*, pp. 10–13, 2016.
- [12] G. Hassan, N. El-Bendary, A. E. Hassanien, A. Fahmy, S. Abullahm, and V. Snasel, “Retinal Blood Vessel Segmentation Approach Based on Mathematical Morphology,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 65, no. Iccmit, pp. 612–622, 2015, doi: 10.1016/j.procs.2015.09.005.

- [13] P. Janani, J. Premaladha, and K. S. Ravichandran, "Image Enhancement Techniques : A Study," *ISSN*, vol. 8, pp. 1–12, 2015, doi: 10.17485/ijst/2015/v8i.
- [14] P. P. Acharjya and S. Mukherjee, "Digital Image Segmentation Using Median Filtering and Morphological Approach," *Int. J. Adv. Res. Comput. Sci. Softw. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 552–557, 2014.
- [15] A. M. Reza, "Realization of the contrast limited adaptive histogram equalization (CLAHE) for real-time image enhancement," *J. VLSI Signal Process. Syst. Signal Image. Video Technol.*, vol. 38, no. 1, pp. 35–44, 2004, doi: 10.1023/B:VLSI.0000028532.53893.82.
- [16] K. B. Khan, A. A. Khalil, A. Jalil, and M. Shahid, "A robust technique based on VLM and Frangi filter for retinal vessel extraction and denoising," *PLoS One*, vol. 13, no. 2, pp. 1–22, 2018, doi: 10.1371/journal.pone.0192203.
- [17] I. Nazir, R. Jan, U. Nazir, and A. Yousuf, "A Comparative Review Paper for Noise Models and Image Restoration Techniques," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.*, vol. 6, no. 6, pp. 405–410, 2017.
- [18] L. J. Van Vliet, "Robust local max-min filters by normalized power-weighted filtering," *Proc. - Int. Conf. Pattern Recognit.*, vol. 1, no. June, pp. 696–699, 2004, doi: 10.1109/icpr.2004.1334273.
- [19] S. Anitha and V. Radha, "Contrast Stretching and Non Linear Median Filters for Fabric Inspection," *Int. J. Comput. Sci. Inf. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 836–839, 2011.
- [20] G. B. Iwasokun and O. C. Akinyokun, "Enhancement Methods : A Review," *Sci. Int.*, vol. 4, pp. 2251–2277, 2016, doi: 10.9734/BJMCS/2014/10332.
- [21] B. Purba, "Aplikasi Perbaikan Kualitas Citra Hasil Penginderaan Jauh (Remote Sensing) Dengan Metode Contrast Stretching Aplikasi Perbaikan Kualitas Citra Hasil Penginderaan Jauh (Remote Sensing) Dengan Metode Contrast Stretching," *J. times Technol. informatics Comput. Syst.*, vol. VI No.2, pp. 26–36, 2017.
- [22] B. Purba, "Aplikasi Perbaikan Kualitas Citra Hasil Penginderaan Jauh (Remote Sensing) Dengan Metode Contrast Stretching," *J. Times*, vol. VI, no. 2, pp. 26–36, 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," *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, doi: 10.1109/ICECOS.2017.8167116.
- [24] L. Câmara, G. L. B. Ramalho, J. F. S. Rocha, R. M. S. Veras, and F. N. S. Medeiros, "An unsupervised coarse-to-fine algorithm for blood vessel

- segmentation in fundus images,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 78, pp. 182–192, 2017, doi: 10.1016/j.eswa.2017.02.015.
- [25] S. Sahu, A. K. Singh, and M. Elhoseny, “An approach for de-noising and contrast enhancement of retinal fundus image using CLAHE,” *Opt. Laser Technol.*, 2018, doi: 10.1016/j.optlastec.2018.06.061.
- [26] Erwin, R. Zulfahmi, A. N. Harison, D. S. Noviyanti, G. R. Utami, and P. S. Agung, “Improved Image Quality Retinal Fundus with Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization and Filter Variation,” *ICIMCIS*, pp. 156–161, 2019.
- [27] H. Sajati, “Analisis kualitas perbaikan citra m enggunakan m etode m edian f il t e r dengan penyeleksian n ila i,” *J. Ilm. Bid. Teknol.*, pp. 41–48, 2016.