

**PENINGKATAN CITRA FUNDUS RETINA
MENGUNAKAN METODE CLAHE DENGAN
MEDIAN FILTER DAN ORDER STATISTIK FILTER**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

PUTRA SUNAN AGUNG

09011181520013

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

LEMBAR PENGESAHAN

Peningkatan Citra Fundus Retina menggunakan Metode Clahe dengan Median Filter dan Order Statistik Filter

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**PUTRA SUNAN AGUNG
09011181520013**

Indralaya, Juli 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 19661203200604100**

Pembimbing Tugas Akhir



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jumat

Tanggal : 13 Maret 2020

Tim Penguji :

1. Ketua : Firdaus, M.Kom.
2. Pembimbing : Dr.Erwin, M.Si.
3. Penguji I : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
4. Penguji II : Kemahyanto Exaudi, M.T.



Mengetahui
Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Putra Sunan Agung

NIM : 09011181520013

Judul : Peningkatan Citra Fundus Retina menggunakan Metode Clahe dan Median Filter dan Order Statistik Filter

Hasil pengecekan:

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.



Palembang, 2020


METERAI
EMPEL
E066FAHF411084763
5000
RUPIAH

Putra Sunan Agung

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan rasa syukur Alhamdu lillahi rabbil 'alamin, sebuah karya yang dapat kupersembahkan kepada :

- Kedua orang tuaku yang telah mengajari, mendidik, membesarkanku, memberi kasih sayang, mendukung, memberi motivasi, dan semangat.
- Saudara-saudara kandungku yang kusayangi.
- Paman, bibi dan keluarga besar ku
- Dosen pembimbing
- Sahabat-sahabat SK15
- Teman-teman Lab Ambyar
- Teman-teman Retina Squad
- Teman-teman perjuangan di Fakultas Ilmu Komputer Jurusan Sistem Komputer 2015

بِأَنْفُسِهِمْ مَا يُغَيِّرُوا حَتَّىٰ بِقَوْمٍ مَا يُغَيِّرُ لَا إِلَهَ إِلَّا

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.” (QS.ar-Ra’d:11)

“Tubuh seseorang tidak akan lemah jika ia memiliki niat yang kuat.” (Imam Ja’far As-Shodiq)

“Sesungguhnya keutamaan seorang yang berilmu dibanding ahli ibadah, seperti keutamaan bulan di malam purnama dibanding seluruh bintang- bintang.” (HR. Abu Dawud dan Ibnu Majah)

"Sesungguhnya amal ibadah itu tergantung hasil akhirnya." (HR. Bukhari)

"Jika engkau tertimpa suatu musibah, maka janganlah engkau katakan : 'Seandainya aku lakukan demikian dan demikian.' Akan tetapi hendaklah kau katakan : 'Ini sudah jadi takdir Allah. Setiap apa yang telah dia kehendaki pasti terjadi.' Karena perkataan *law* (seandainya) dapat membuka pintu setan." (HR Muslim)

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Assalamu'alaikum Wr. Wb . Segala puji hanya milik Allah SWT. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW, sebab telah melimpahkan rahmat-Nya berupa kesempatan dan pengetahuan sehingga penulis sampai pada detik ini dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul **“Peningkatan Citra Fundus Retina menggunakan Metode Clahe dan order statistik filter”**.

Perjalanan panjang telah dilalui oleh penulis dalam rangka penyusunan tugas akhir ini. Banyak hambatan yang terjadi dan dihadapi, namun berkat kehendak-Nyalah penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Oleh sebab itu, dengan rasa penuh kerendahan hati, pada kesempatan ini maka penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan berterima kasih kepada:

1. Orangtua, Bapak Badarudin dan Ibu Zalelah selalu memberikan motivasi, semangat dan do'a serta memberikan dukungan yang penuh untuk tetap bertawakkal.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T sebagai Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
3. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. sebagai Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. sebagai Pembimbing Tugas Akhir Penulis di Jurusan sistem komputer.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Sistem Komputer.
6. Winda Kurnia Sari, selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
7. Seluruh Staf pegawai Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang telah memberikan nasehat.

8. Tomi kiyatmoko, Abdul Rohman, Dian A, Teman Lab Ambyar, Teman bimbingan Retina Squad 2015 dan Teman-Teman lainnya sebagai tempat diskusi, membantu dalam proses belajar dan memberi semangat serta motivasi.
9. Seluruh teman-teman Jurusan Sistem Komputer angkatan 2015 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis juga berterima kasih kepada semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung untuk penyelesaian tugas akhir ini. Tentu pada pembuatan tugas akhir ini, masih tidak terlepas dari beberapa kesalahan dan kekurangan yang mungkin akan terjadi. Oleh sebab itu sebagai bentuk bahan perbaikan masa yang akan datang maka penulis tentu mengharapkan berupa kritik, saran, dan masukan pada tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca ataupun bagi penulis sendiri. Demikian yang bisa penulis sampaikan.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Indralaya, 2020

Penulis

Enhancement of the Fundus Retina image using the Clahe Method and order statistical filter

Putra Sunan Agung (09011181520013)

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty,
Sriwijaya University*

Email : Putrasunan444@gmail.com

Abstrac

The retina also has a very thin membrane. The retina can be done as a shaper and then carried by nerves to the brain. In the retina there are yellow points that are sensitive to light & blind points that are not sensitive to light in the sense of compilation of light about blind points so humans cannot see the object. Retina can overcome abnormalities commonly called the retina or retinal disease. Retinal abnormalities are parts of the retina in the eye that have a bad influence on human vision.

Therefore the Enhacementent manual is a long task and requires training, many automatic methods are needed. In this final project, using Clahe, statistical order filter and Unsharp Masking In the process of improving the image this time using a dataset from STARE and DRIVE, then retrieve values from MSE and PSNR, then on the values in the STARE dataset MSE 1.40 and PSNR 46.71, and in the dataset DRIVE MSE 5.94 and PSNR 41.43.

Keywords: Enhancement, Clahe, Order Statistic Filter, Unsharp Masking

PENINGKATAN CITRA FUNDUS RETINA MENGUNAKAN METODE CLAHE DENGAN MEDIAN FILTER DAN ORDER STATISTIK FILTER

Putra Sunan Agung (09011181520013)

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty,
Sriwijaya University*

Email : Putrasunan444@gmail.com

Abstrac

Retina juga memiliki membran yang sangat tipis. Retina dapat dilakukan sebagai pembentuk dan kemudian dibawa oleh saraf ke otak. Di retina ada titik kuning yang sensitif terhadap cahaya & titik buta yang tidak sensitif terhadap cahaya dalam arti kompilasi cahaya tentang titik buta sehingga manusia tidak dapat melihat objek. Retina dapat mengatasi kelainan yang biasa disebut retina atau penyakit retina. Abnormalitas retina adalah bagian retina di mata yang memiliki pengaruh buruk pada penglihatan manusia.

Oleh karena itu manual Enhacement adalah tugas yang panjang dan membutuhkan pelatihan, banyak metode otomatis diperlukan. Dalam tugas akhir ini, menggunakan Clahe, filter urutan statistik dan Unsharp Masking Dalam proses meningkatkan gambar kali ini menggunakan dataset dari STARE dan DRIVE, kemudian mengambil nilai dari MSE dan PSNR, kemudian pada nilai-nilai dalam dataset STARE MSE 1.40 dan PSNR 46,71, dan dalam dataset DRIVE MSE 5.94 dan PSNR 41.43.

Kata kunci: Peningkatan, Clahe, Filter Statistik Statistik, Masking Unsharp

Keywords: Enhancement, Clahe, Order Statistik Filter, Unsharp Masking

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan	iv
Kata Pengantar	v
Halaman Persembahan.....	vii
Abstrak (Inggris).....	vii
Abstrak (Indonesia)	ix
Daftar Isi	x
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Tabel	xv
Daftar Lampiran.....	xvi

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.....	3
1.6 Penataan Penulisan.....	4

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori.....	6
2.2.1 Citra.....	6
a.) akusisi gambar.....	8

b.) peningkatan gambar.....	8
c.) pemilihan gambar.....	8
d.) pemrosesan morfologi.....	8
e.) pemrosesan wavelt dan multiresolution.....	8
f.) kompresi.....	8
g.) pemrosesan morfologi.....	8
h.) segmentasi.....	9
i.) representasi dan dekskripsi.....	9
2.2.2 Retina.....	9
2.2.3 Grayscale.....	10
2.2.4 Citra Binne.....	12
2.2.5 Citra RGB.....	14
2.2.6 CLAHE.....	16
2.2.7 Filter Enhancement pada citra.....	22
2.2.7.1 Median Filter.....	22
2.2.7.2 Order Statistik Filter.....	23
2.2.7.3 Unsharp Masking.....	24
2.2.8 PSNR.....	25
2.2.9 MSE.....	26

BAB III. METODOLOGI

3.1 Dataset.....	29
3.1.1 Dataset STARE	29
3.1.2 Dataset DRIVE	30
3.2 Metode	32
A. Blok Diagram Proses.....	32
B. Tahapan	33
1. Input Gambar.....	33
2. pra-proses	33

3. pra-enhancement	35
4. enhancement filter	36
5. Output Image.....	38
BAB IV. HASIL DAN ANALISISA	
4.1 Pemrolehan citra dan Dataset.....	39
4.1.1 Database STARE dan DRIVE	39
4.1.2 Dataset.....	39
4.2 Langkah Pemrograman	47
1. input gambar	47
2. pra-proses	47
3. pra-enhancement	49
4. enhancement filter.....	50
5. hasil analisis	55
4.3 Perbandingan Hasil olah	59
4.3.1 STARE.....	61
4.3.2 DRIVE	69
4.4 Perbandingan hasil TA1 dan TA2.....	76
4.5 Perbandingan Hasil Enhancement citra retina	77
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. struktur pada retina	10
Gambar 2.2. layer RGB	10
Gambar 2.3. gabungan RGB pada Matlab.....	15
Gambar 2.4. bentuk wilayah citra.....	19
Gambar 3.1. citra retina pada dataset STARE	29
Gambar 3.2. citra retina pada dataset DRIVE	31
Gambar 3.3. flowchard greenchannel	34
Gambar 3.4. flowchard Clahe.....	35
Gambar 3.5. flowchard Order Statistik Filter	36
Gambar 3.6. flowchard Unsharp Masking	37
Gambar 4.1. citra input.....	47
Gambar 4.2. Green Channel	48
Gambar 4.3. input perbandingan dengan pada RGB	49
Gambar 4.4. Clahe	50
Gambar 4.5. hasil Order Statistik Filter	52
Gambar 4.6. hasil Unsharp Masking	54
Gambar 4.7. input image	54
Gambar 4.8. Order Statistik Fiter	55
Gambar 4.9. Unsharp Masking	55
Gambar 4.10. Nilai perhitungan DRIVE	55
Gambar 4.11. Nilai perhitungan STARE	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Dataset Stare Dan Drive.....	40
Tabel 4.2. Hasil Dari perbandingan RGB	49
Tabel 4.3. Hasil Dataset DRIVE	61
Tabel 4.4. Hasil Dataset DRIVE OSF dan UM	67
Tabel 4.5. Hasil Dataset STARE.....	69
Tabel 4.6. Hasil Dataset STARE OSF dan UM	75
Tabel 4.7. Hasil Dataset STARE Median filter dan OSF.....	76
Tabel 4.8. Hasil dataset DRIVE median filter dan OSF	77
Tabel 4.9. analogi hasil PSNR dan MSE secara dataset yang tersedia	77
Tabel 4.10. Perbandingan dataset acuan STARE.....	77
Tabel 4.11. Perbandingan hasil dataset acuan DRIVE.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Source Code penghitungan MSE dan PSNR

LAMPIRAN 2. Form Revisi Tugas Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di dunia kesehatan atau medis saat ini, peningkatan citra medis adalah salah satu bagian yang menarik perhatian peneliti untuk menganalisa penyakit. Citra retina adalah citra medis yang berguna untuk diagnosis klinis agar dapat mendeteksi kelainan pada retina [1]. Citra retina merupakan citra yang diperoleh oleh kamera fundus yang berperan untuk mengambil fitur semacam retina, daerah diskus optik, dan daerah macula. Diagnosis pada citra retina sangatlah penting dikarenakan banyaknya kelainan yang di rurunkan pada fungsi penglihatan seperti deklinasi macula [2], hipertensi, retinopat diabet [3], glaukoma [1], dan lainnya.

kelainan pada retina bisa ditemukan dengan kelainan yang bisa berpengaruh pada penglihatan manusia semacam kurangnya kejelasan pada penglihatan (kabur/buram) bahkan bisa menimbulkan kebutaan [4]. penyakit di retina bisa dilihat di bagian mata misalnya pengembangan pembuluh darah pada retina, terjadinya pen-darahan yang terdapat di retina, terdapat perubahan di macula, dan juga terjadinya hal-hal lain yang terjadi di retina [2].

Nilai citra retina adalah salah satu kunci agar bisa melakukan diagnosis yang bisa [1], tetapi di metode citra sering dapat memperoleh citra yang mempunyai nilai yang rendah. Salah satu penyebab rendah nya pada nilai citra yaitu kurang jelas (blur) [5], tolak ukur cahaya yang tidak merata [6], kontras yang rendah [6] [7] serta gangguan (*noise*) [8][9]. Hal ini bisa merepotkan pada diagnosis yang menafsirkan fitur mata bahkan dapat memilah kelainan pada retina [10], dari pada itu perbaikan nilai citra sangat diperlukan.

Retina juga mempunyai bentuk yaitu membran yang sangat tipis. Retina dapat berfungsi sebagai pembentuk bayangan kemudian dilanjutkan oleh saraf ke otak. Dalam retina terdapat bintik kuning yang peka terhadap cahaya & bintik buta yang tidak peka terhadap cahaya dengan artian ketika cahaya mengenai bintik buta maka manusia tidak bisa melihat benda tersebut. Retina dapat mengalami kelainan yang biasa disebut dengan kelainan retina atau penyakit retina. Kelainan retina merupakan suatu gangguan di bagian retina dalam mata yang mempunyai pengaruh buruk pada penglihatan manusia.

Maka dari itu Di dalam suatu metode citra retina perlu adanya peningkatan kualitas citra pada retina untuk mengatasi masalah ini memerlukan tindak lanjutan, maka dari itu adanya salah satu system proses yang bisa mengatasi hal semacam ini yaitu enhancement yang dimana enhancement berpengaruh besar pada kasus ini dan enhancement juga dikenal sebagai proses menjadikan image menjadi lebih baik secara visual

Penelitian ini melakukan perbandingan hasil dari *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) yang di kombinasikan dengan Median Filter ataukah *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) yang di kombinasikan dengan Order Statistik Filter. Yang dimana *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (*Clahe*) Merupakan metode kenaikan citra sehingga proses citra lebih terang. CLAHE ialah versi terbaru dari AHE (*Adaptive Histogram Equalization*) metode ini dapat merubah hasil pada citra pada nilai limit atau batas dari histogram. Pada metode median filter dan order statistik filter saya mengujinya dimana di antara salah satu dari filter tersebut lebih baik dan layak untuk di tindak lanjutkan, dan ternyata nilai dan hasil dari order statistik filter lebih unggul dan lebih baik untuk di tindak lanjutkan dalam penelitian kali ini, ketika mendapatkan nilai dan hasil dari order statistik filter lalu di tambahkan lah filter unsharp masking agar image lebih tajam dan lebih baik.

Maka dari itu pada uraian di atas Kali ini mangajukan salah satu metode guna meningkatkan nilai atau kualitas pada citra retina yang kurang baik dan cahaya atau kontrast yang rendah, adalah memakai *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization* (CLAHE) dengan order statistik filter yang di tambah kan dengan unsharp masking guna mempertajam dan baik pada hasil image.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka yang akan menjadi pembahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil dari filter median dan filter order statistic yang digunakan.
2. Bagaimana hasil akhir riset dengan menggunakan dataset STARE & DRIVE yang dimana acuannya MSE dan PSNR
3. Bagaimana hasil dan fungsi dari UM (Unsharp Masking).
4. Bagaimana hasil dari kombinasi antara Order Statistik Filter dan Unsharp Masking.

1.3. Tujuan Tugas Akhir

Berikut adalah tujuan kali ini sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil dari filter median dan filter order statistik.
2. Untuk mendapatkan hasil akhir riset dengan menggunakan dataset STARE & DRIVE yang dimana acuannya MSE dan PSNR
3. Untuk mendapatkan hasil dan fungsi dari UM (Unsharp Masking).
4. Untuk mendapatkan hasil dari kombinasi antara Order Statistik Filter dan Unsharp Masking.

1.4. Manfaat Tugas Akhir

Berikut manfaat kali ini sebagai berikut:

1. Agar memperoleh Citra pada Retina dengan metode Clahe disertai Filter tertentu.
2. Agar memperoleh kualitas citra pada retina di bidang kesehatan khususnya retina pada mata berdasarkan perhitungan hasil MSE & PSNR.
3. Mengetahui penerapan metode Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dengan order statistik filter dan Unsharp Masking.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah mengenai Tugas Akhir ini yang melingkupi peningkatan citra fundus retina menggunakan clahe dengan order statistic filter dan Unsharp Masking melalui tahap-tahap seperti input, praproses, enhancement kontras, peningkatan citra berdasarkan filter, hasil analisis.

1.6. Penataan pada Penulisan

Pada penataan atau pengaturan penulisan pada penelitian kali ini sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bagian ini mengenai latar belakang, rumusan problem, tujuan riset, manfaat riset, dan batasan masalah, serta penataan pada penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini mengenai riset-riset terdahulu yang berasosiasi dengan persoalan yang di cermati dan menjadi referensi Ideal.

BAB III METODOLOGI

Pada bagian ini mengenai membahas analisis penyusunan ekstraksi untuk memperoleh hasil citra retina yang diinginkan.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Pada bagian ini berisikan pengkajian tentang kualitas citra disertai Dataset, Kodingan atau bahasa pemrograman, Hasil, Pengukuran Parameter (MSE,PNSR), Pengkajian, serta uraian atau analisis

BAB V KESIMPULAN

Pada bagian ini mengenai kesimpulan akan semua isi penelitian ini dan berisikan masukan yang bisa dijadikan acuan bagi pengriiset berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Elloumi, M. Akil, N. Kehtarnavaz, Y. Elloumi, M. Akil, N. Kehtarnavaz, A. C. Efficient, R. Detection, Y. Elloumi, M. Akil, and N. Kehtarnavaz, “A Computationally Efficient Retina Detection and Enhancement Image Processing Pipeline for Smartphone-Captured Fundus Images To cite this version : HAL Id : hal-01796763 Brief Paper : A Computationally Efficient Retina Detection and Enhancement Image Processing Pipeline for Smartphone-Captured Fundus Images,” 2018.
- [2] M. Shahid and I. A. Taj, “Robust Retinal Vessel Segmentation using Vessel ’ s Location Map and Frangi Enhancement Filter,” 2018.
- [3] D. J. Hemanth, O. Deperlioglu, and U. Kose, “An enhanced diabetic retinopathy detection and classification approach using deep convolutional neural network,” *Neural Comput. Appl.*, vol. 0, 2019.
- [4] W. A. Mustafa and H. Yazid, “Conversion of the Retinal Image Using Gray World Technique,” vol. 36, pp. 70–77, 2018.
- [5] R. K. B, H. Kabir, and S. Salekin, “Contrast Enhancement by Top-Hat and Bottom-Hat Transform with Optimal Structuring Element: Application to Retinal Vessel Segmentation,” *Springer Int. Publ. AG 2017*, pp. 533–540, 2017.
- [6] Y. Bae, T. Vu, and R. Kim, “Leveraging Multiscale Hessian-Based Enhancement With a Novel Exudate Inpainting Technique for Retinal Vessel Segmentation,” vol. 00, no. 0, pp. 1–10, 2015.
- [7] A. M. R. R. Bandara, “A Retinal Image Enhancement Technique for Blood Vessel Segmentation Algorithm A Retinal Image Enhancement Technique for Blood Vessel Segmentation Algorithm,” pp. 1–5, 2017.
- [8] A. F. Frangi, W. J. Niessen, K. L. Vincken, and M. A. Viergever, “Multiscale Vessel

- Enhancement Filtering *.”
- [9] 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.
- [10] P. Dai, H. Sheng, J. Zhang, L. Li, J. Wu, and M. Fan, “Retinal Fundus Image Enhancement Using the Normalized Convolution and Noise Removing,” vol. 2016, 2016.
- [11] 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.
- [12] C. J. Nelson and B. Obara, “The Multiscale Bowler-Hat Transform for Blood Vessel Enhancement in Retinal Images.”
- [13] R. S. Kumar, M. Nivetha, G. Madhumita, and P. Santhoshy, “Image Enhancement using NHSI Model Employed in Color Retinal Images,” vol. 58, no. 1, pp. 14–19, 2018.
- [14] K. Mehta and M. T. S. Cse, “An Enhanced Segmentation Technique for Blood Vessel in Retinal Images,” vol. 150, no. 6, pp. 9–15, 2016.
- [15] S. S. Alharbi, Ç. Sazak, C. J. Nelson, and B. Obara, “Curvilinear Structure Enhancement by Multiscale Top-Hat Tensor in 2D / 3D Images,” pp. 1–8.
- [16] A. L. I. M. Reza, “Realization of the Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) for Real-Time Image Enhancement,” *J. VLSI Signal Process.*, vol. 38, pp. 35–44, 2004.
- [17] S. A. Amiri, “A Preprocessing Approach For Image Analysis Using Gamma Correction,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 38, no. 12, 2012.

- [18] C. Darujati, S. Anam, H. D. Cahyono, and A. B. Gumelar, “Magnifikasi Perbaikan Citra Digital Multi Resolusi dengan Metode Gabungan Tapis Lolos Bawah dan Interpolasi Bilinear,” *J. Ilm. Mikrotek*, vol. 1, no. 2, 2014.
- [19] A. Mcandrew, *An Introduction to Digital Image Processing with Matlab*. 2004.
- [20] O. Marques, *Practical image and video processing using matlab* ®. 2011.
- [21] E. P. Purwandari, R. U. Hasibuan, and D. Andreswari, “Identifikasi Jenis Bambu Berdasarkan Tekstur Daun dengan Metode Gray Level Co-Occurrence Matrix dan Gray Level Run Length Matrix Identification of Bamboo Species Based on Leaf Texture using Gray Level Co-Occurrence Matrix and Gray Level Run Length Matrix,” vol. 6, no. October, pp. 146–151, 2018.
- [22] T. R. Singh, S. Roy, O. I. Singh, T. Sinam, and K. M. Singh, “A New Local Adaptive Thresholding Technique in Binarization,” vol. 8, no. 6, pp. 271–277, 2011.
- [23] S. Sahu, A. Kumar, S. P. Ghrera, and M. Elhoseny, “An approach for de-noising and contrast enhancement of retinal fundus image using CLAHE,” *Opt. Laser Technol.*, 2018.
- [24] Z. Xu, X. Liu, and X. Chen, “Fog Removal from Video Sequences Using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization,” pp. 3–6, 2009.
- [25] F. K. P, D. Saepudin, and A. Rizal, “Analisis Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (Clahe) Dan Region Growing Dalam Deteksi Gejala Kanker Payudara Pada Citra Mammogram,” *J. Elektro*, vol. 9, pp. 1–14, 2014.
- [26] A. Stella and B. Trivedi, “Implementation of Order Statistic Filters on Digital Image and OCT Image : A Comparative Study,” vol. 2, no. 5, pp. 3143–3145, 2012.
- [27] L. O. Ihome, *Frequency Domain Bandpass Filtering for Image Processing*. 2011.
- [28] G. Deng, “A Generalized Unsharp Masking Algorithm,” *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 61, p. 20, 2010.

- [29] J. Joseph, B. N. Anoop, J. Williams, and J. Joseph, “A modified unsharp masking with adaptive threshold and objectively defined amount based on saturation constraints,” *Multimed. Tools Appl.*, pp. 11073–11089, 2019.
- [30] Y. Zhao, Y. Zheng, Y. Liu, Y. Zhao, L. Luo, and S. Yang, “Automatic 2-D / 3-D Vessel Enhancement in Multiple Modality Images Using a Weighted Symmetry Filter,” vol. 37, no. 2, pp. 438–450, 2018.
- [31] E. Daniel, “Retinal Image Enhancement using Wavelet Domain Edge Filtering and Scaling,” vol. 00, no. c, pp. 53–57, 2014.
- [32] M. Zhou, K. Jin, S. Wang, J. Ye, D. Qian, and S. Member, “Color Retinal Image Enhancement Based on Luminosity and Contrast Adjustment,” vol. 9294, no. c, 2017.
- [33] Michael Goldbaum, “STARE database,” 2003. .
- [34] J. J. Staal, M. D. Abramoff, M. Niemeijer, M. A. Viergever, and B. van Ginneken, “Ridge based vessel segmentation in color images of the retina,” *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 23, no. 4, pp. 501–509, 2004.
- [35] R. B. Kawadiwale, “Evaluation of Algorithms for Segmentation of Retinal Blood Vessels,” vol. 00, no. c, 2015.
- [36] V. K. and M. G. A. Hoover, “Locating Blood Vessels in Retinal Images by Piece-wise Threhsold Probing of a Matched Filter Response,” *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. vol. 19 no, pp. pp. 203–210, 2003.
- [37] T. Kiyatmoko, “Retinal Vessel Extraction Using Dynamic Threshold and Enhancement Image Filter From Retina Fundus,” 2019.

