

**Ekstraksi Citra Retina Pada Pembuluh Darah Dengan
Menggunakan *Bradley Threshold* Dan *Median Filter* Untuk
Peningkatan Citra Pada Fundus Retina**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

ABDUL ROHMAN

09011181520003

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

LEMBAR PENGESAHAN

**Ekstraksi Citra Retina Pada Pembuluh Darah Dengan
Menggunakan *Bradley Threshold* Dan *Median Filter* Untuk
Peningkatan Citra Pada Fundus Retina**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**ABDUL ROHMAN
09011181520003**

Indralaya, Juli 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



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



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

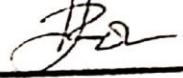
HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jumat
Tanggal : 13 Maret 2020

Tim Penguji :

- | | |
|---------------|------------------------------|
| 1. Ketua | : Muhammad Ali Buchari, M.T. |
| 2. Pembimbing | : Dr.Erwin, M.Si. |
| 3. Penguji I | : Huda Ubaya, M.T. |
| 4. Penguji II | : Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc |



Mengetahui
Ketua Jurusan Sistem Komputer


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

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Abdul Rohman

NIM : 09011181520003

Judul : Ekstraksi Citra Retina Pada Pembuluh Darah Dengan Menggunakan Bradley
Threshold dan Median Filter Untuk Peningkatan Citra Pada Fundus Retina

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

matrai

Abdul Rohman

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim. Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh. Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya dan karunia sehingga penulis sampai pada saat ini dapat menyelesaikan penyusunan proposal tugas akhir ini dengan judul “Ekstraksi Citra Retina Pada Pembuluh Darah Dengan Menggunakan Bradley Threshold Dan Median Filter Untuk Peningkatan Citra Pada Fundus Retina ”.

Pada penyusunan proposal tugas akhir ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan,ajaran serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulisan proposal tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Orang tua, Adik dan Kakakku yang selalu memberikan semangat dan do'a.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Dr.Ir.H.Sukemi, M.T..selaku Ketua Jurusan Sistem Kompuer Fakutas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
5. Bapak Dr.Erwin, M.Si. selaku Pembimbng Tugas Akhir Penulis.
6. Bapak Ahmad Fali Oklilas M.T., selaku Dosen Pembimbng Akademik di Jurusan Sistem Komputer.
7. Jurusan Sistem Komputer Reguler kelas A angkatan 2015 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

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 beberapa kekurangan dan kesalahan yang mungkin terjadi. Oleh karena itu sebagai bahan perbaikan kedepan penulis tentunya mengharapkan koreksi, saran, serta Inputan terhadap isi dari proposal tugas akhir ini.

Akhir kata, semoga dengan pembuatan proposal tugas akhir ini, akan menjadi tambahan ilmu dan pengembangan wawasan kita terhadap pengolahan citra digital dan dapat menjadi bahan referensi terhadap mahasiswa yang membutuhkan.

Indralaya, Juli 2020

Penulis

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.
- Sahabat-sahabat perjuangan.
- Teman-teman perjuangan di Fakultas Ilmu Komputer Jurusan Sistem Komputer 2015

إِنَّ اللَّهَ لَا يُغَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنفُسِهِمْ

“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)

Retinal Image Extraction in Blood Vessels Using *Bradley Threshold* and *Median Filter* for Image Enhancement in the Retinal Fundus

Abdul Rohman (09011181520003)

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty,
Sriwijaya University*
Email : rohman020397@gmail.com

Abstract

One of the few parts found in the eye that can be used as a reference for detecting a disease suffered by humans is the retina, namely the blood vessels. Retinal artery extraction is the first step to diagnose eye disease, which is diabetic retinopathy which results in blindness. Manual extraction is a long task and requires training, many automated methods have been proposed. In this final project, using Bradley Threshold and Median Filter. In the process of making masks, then through the process of Green, Red, and Blue Channel, then enhanced by using CLAHE, Bradley Threshold as an extraction process and the results are corrected with Median Filter. Using Red Channel produces an accuracy of 97.45, using Green Channel produces an accuracy of 97.62, and Blue Channel produces an accuracy of 97.65 on STARE. Using Red Channel produces 96.55 accuracy, using Green Channel produces 96.75 accuracy, and Blue Channel produces 96.66 accuracy on DRIVE.

Keywords: Extraction, Retina blood vessels, Bradley Threshold, Median Filter, Image Enhancement

Ekstraksi Citra Retina Pada Pembuluh Darah Dengan Menggunakan Bradley Threshold Dan Median Filter Untuk Peningkatan Citra Pada Fundus Retina

Abdul Rohman (09011181520003)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : rohman020397@gmail.com

Abstrak

Salah satu dari beberapa bagian yang terdapat di mata yang bisa dijadikan acuan untuk mendeteksi suatu penyakit yang diderita oleh manusia adalah retina, yaitu pada pembuluh darahnya. Ekstraksi pembuluh darah retina adalah langkah yang awal untuk mendiagnosa penyakit mata yaitu retinopati diabetik yang mengakibatkan kebutaan. Ekstraksi manual adalah tugas yang panjang dan memerlukan pelatihan, banyak metode otomatis telah diusulkan. Pada tugas akhir ini menggunakan Bradley Threshold dan Median Filter. Pada prosesnya dilakukan pembuatan mask, selanjutnya melalui proses Green, Red, dan Blue Channel, lalu ditingkatkan dengan menggunakan CLAHE, Bradley Threshold sebagai proses ekstraksi dan hasilnya diperbaiki dengan Median Filter. Menggunakan Red Channel menghasilkan akurasi 97,45, menggunakan Green Channel menghasilkan akurasi 97,62, dan Blue Channel menghasilkan akurasi 97,65 pada STARE. Menggunakan Red Channel menghasilkan akurasi 96,55, menggunakan Green Channel menghasilkan akurasi 96,75, dan Blue Channel menghasilkan akurasi 96,66 pada DRIVE.

Kata Kunci: Ekstraksi, Pembuluh darah Retina, Bradley Threshold, Median Filter, Peningkatan Citra

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.....	xii
Daftar Tabel.....	xiii
Daftar Lampiran.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Definisi Citra.....	7
2.2.2 Definisi Citra Digital.....	8
2.2.3 Pembuluh Darah.....	8p
2.2.4 Retina.....	8
2.2.5 Ekstrasi Citra.....	9
2.2.6 CLAHE.....	9
2.2.7 Filter Digital.....	10

2.2.8 Median Filter.....	10
2.2.9 Thresholding.....	11
2.2.9.1. Bradley Local Threshold.....	11
2.2.10 Gamma Koreksi.....	11
BAB III. METODOLOGI	
3.1 Dataset.....	12
3.1.1 Dataset Structured Analysis of the Retina.....	12
3.1.2 Dataset Digital Retinal Images for Vessel Extraction	12
3.2 Perangkat Lunak dan Perangkat Keras yang Dipakai	13
3.2.1 Perangkat Lunak (Software).....	13
3.2.2 Perangkat Keras (Hardware)	13
3.3 Metode	14
3.3.1 Blok Diagram Proses	14
3.3.2 Tahapan.....	14
BAB IV. HASIL DAN ANALISIS	
4.1 Akuisisi citra dan Dataset	23
4.1.1 Database file Fundus STARE dan DRIVE	23
4.1.2 Dataset.....	23
4.2 Tahap Pemrograman	25
4.3 Perbandingan Hasil Proses dari Dataset.....	30
4.3.1 STARE.....	32
4.3.2 DRIVE	34
4.4 Perhitungan Manual	36
4.4.1 STARE.....	36
4.4.1 DRIVE	38
4.5 Perbandingan Hasil TA I Dan TA II.....	39
4.6 Pembahasan dan Analisis.....	40
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Retina	8
Gambar 3.1. Diagram Proses.....	14
Gambar 3.2. Flowchart dari pembuatan mask retina.....	15
Gambar 3.3. Flowchart dari Red Channel	16
Gambar 3.4. Flowchart dari Blue Channel	17
Gambar 3.5. Flowchart dari Green Channel.....	18
Gambar 3.6. Flowchart dari CLAHE	29
Gambar 3.7. Flowchart dari Bradley Threshold.....	20
Gambar 3.8. Flowchart dari Median Filter.....	22
Gambar 4.1. Input Citra.....	25
Gambar 4.2. Pembuatan Mask.....	26
Gambar 4.3. Green Channel	27
Gambar 4.4. Red Channel	27
Gambar 4.5. Blue Channel	27
Gambar 4.6. Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization.....	28
Gambar 4.7. Bradley Local Threshold	29
Gambar 4.8. Imcomplement Bradley Local Threshold	29
Gambar 4.9. Median Filter	30
Gambar 4.10. Pembuatan Mask.....	41
Gambar 4.11. Green Channel	41
Gambar 4.12. Red Channel	41
Gambar 4.13. Blue Channel	41
Gambar 4.14. Gamma Koreksi dan CLAHE.....	42
Gambar 4.15. Bradley Local Threshold	42
Gambar 4.16. Nilai Piksel	42

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Dataset STARE dan DRIVE	24
Tabel 4.2 Hasil Dataset STARE.....	32
Tabel 4.3 Hasil Dataset DRIVE	34
Tabel 4.4 Hasil Perbandingan Nilai parameter Dataset STARE.....	37
Tabel 4.5 Hasil Perbandingan Nilai parameter Dataset DRIVE	38
Tabel 4.6 Perbandingan Nilai parameter Dataset STARE	39
Tabel 4.7 Perbandingan Nilai parameter Dataset DRIVE.....	40
Tabel 4.8. Perbandingan Hasil Dataset STARE Dengan Paper Lain.....	40
Tabel 4.9. Perbandingan Hasil Dataset DRIVE Dengan Paper Lain.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Source Code untuk Pengukuran Parameter

LAMPIRAN 2. Form Revisi Tugas Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Diabetes adalah suatu penyakit yang ditandai dengan kadar gula (glukosa) darah yang tinggi atau di atas nilai normal dan kurangnya insulin atau tubuh tidak mampu untuk memanfaatkan insulin. Glukosa yang menumpuk di dalam darah akibat tidak diserap sel tubuh dengan baik dapat menimbulkan berbagai gangguan organ tubuh. Jika diabetes tidak dikontrol dengan baik, dapat timbul berbagai komplikasi yang membahayakan nyawa penderita [24].

Populasi penderita diabetes di Indonesia saat ini menduduki peringkat kelima terbanyak di dunia. Berdasarkan hasil dari data IDF Diabetes Atlas, di tahun 2013 orang yang terkena penyakit diabetes di Tanah Air sebanyak 8.554.155 jiwa. Satu dari lima orang yang menderita diabetes berumur 40 tahun kebawah, yakni antara umur 20 hingga 39 tahun sebanyak 1.671.000 jiwa. Sedangkan pada umur 40 hingga 59 tahun sebanyak 4.651.000 jiwa. Sisanya berumur 60 hingga 79 tahun [2].

Salah satu dari beberapa bagian yang terdapat di mata yang bisa dijadikan acuan untuk mendeteksi suatu penyakit yang diderita oleh manusia adalah retina, yaitu pada pembuluh darahnya. Oleh karena itu segmentasi yang tepat dari pembuluh darah adalah pekerjaan penting. Segmentasi diterapkan untuk mengekstraksi pembuluh darah retina lalu untuk pertajam difiltering. Namun ada banyak tantangan yang mengganggu proses segmentasi termasuk pembuluh struktur lain seperti optik disk, fovea, epitel, eksudat hadir yang membingungkan segmentasi. Identifikasi pembuluh darah dibantu oleh computer telah memainkan bagian penting untuk mempelajari banyak sindrom mata seperti retinopati diabetik proliferatif dan non-proliferatif, katarak, glaukoma, oklusi vena dll. Vena retina memiliki jenis ketebalan yang luas dan kerutan dan pembuluh tipis memiliki iluminasi yang lebih rendah [1].

Sebuah gambar yang meliputi pembuluh darah, optik saraf dan retina disebut dengan nama Citra retina. Retina mempunyai bagian yang penting antara lain Pembuluh darah, Makula, Kornea, Iris, dan Lensa. Pembuluh darah mempunyai bentuk yang ragam dan berbeda-beda. Di dalam citra retina struktur pembuluh terbentuk dari gugus garis sehingga ekstraksi pembuluh darah retina menjadi salah satu masalah secara deteksi garis [1].

Ekstraksi pembuluh darah retina adalah langkah yang awal untuk mendiagnosa penyakit mata yaitu retinopati diabetik yang mengakibatkan kebutaan. Secara teknik pemrosesan gambar dikenal dengan klasifikasi. Ekstraksi manual adalah tugas yang panjang dan memerlukan pelatihan, banyak metode otomatis telah diusulkan. Dalam hal ini, sebuah algoritma untuk mengekstraksi pembuluh darah dari gambar fundus telah diusulkan. Hasilnya menunjukkan bahwa metode ini sangat mampu mengekstraksi pembuluh darah. Ekstraksi pembuluh darah merupakan langkah terpenting untuk mengakses bermacam keistimewaan utama di gambar retina. *Diabetic Retinopathy* (DR) mempengaruhi pembuluh darah retina dan penyebab utama gangguan penglihatan diantara populasi diabetes di banyak Negara. Langkah utama untuk deteksi *Diabetic Retinopathy* yaitu segmentasi pembuluh darah pada retina. Beberapa penelitian mengatakan terapan grafik teknik potong untuk ekstraksi dari diagram pembuluh darah retina diusulkan cocok pada konsep filter menggunakan dua dimensi model fungsi Gaussian untuk deteksi pembuluh darah [2].

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh [1] masih memiliki kelemahan yaitu bahwa FPR dan akurasinya sedikit lebih rendah untuk kedua database gambar fundus retina. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh [5] memiliki kelemahan yaitu metode yang digunakan memiliki hasil akurasi yang masih rendah. Metode-metode ini sangat peka terhadap noise sehingga hasilnya tidak cukup bagus, pada metode tersebut memiliki struktur non-vaskular pada gambar pembuluh darah di retina yang mengakibatkan adanya piksel yang salah dalam pengklasifikasian. Di metode ini pula masih memiliki hasil dari gambar segmentasi pembuluh darah yang susah terlihat dan tidak dapat diproses lagi.

Salah satu metode Deep Learning yang sedang terkenal saat ini adalah Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE). Metode Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) meningkatkan kontras dari gambar grayscale untuk mengubah nilai-nilai. Dalam analisis gambar fundus, dapat diamati bahwa saluran hijau dari representasi RGB menunjukkan kontras terbaik karena memiliki perbedaan kontras antara yang terang dan gelap serta terdapat sedikit noise, sedangkan saluran merah jenuh dengan kontras terendah dan saluran biru terdapat banyak noise dan menderita rentang dinamis yang buruk [7]. CLAHE adalah proses perbaikan dari AHE, di mana perhitungan tambahan diperbaiki dengan memberlakukan tingkat klip, terutama pada bagian homogen. Karakteristik dari bagian homogen yaitu titik tertinggi histogram pada suatu region size, di mana bagian lainnya mempunyai intensitas piksel yang sama. Perbaikan tersebut mencegah gangguan over enhancement dan mengurangi efek dari edge shadowing AHE.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan yang ada diatas, maka bahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil ekstrasi pembuluh darah retina dengan menggunakan metode Bradley Local Threshold dan median filter?
2. Bagaimana perbandingan tingkat kualitas dari citra dengan menggunakan Red, Green, dan Blue yang di gunakan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah :

1. Mendapatkan hasil dari model pendekatan Median Filter.
2. Mendapatkan hasil dari model pendekatan Bradley Local Threshold.
3. Membandingkan hasil dari Red,Blue, serta Green Channel.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui penerapan metode Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), serta bradley thtreshold serta median filter.

2. Mengetahui hasil ekstrasi pembuluh darah retina dengan menggunakan metode Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE), serta bradley threshold dan median filter.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari tugas akhir yang dilakukan peneliti agar pembahasan dalam penelitian ini tidak keluar dari pokok pembahasan, maka digunakanlah batasan masalah yaitu hanya membahas pada cangkupan segmentasi secara ekstraksi pada pembuluh darah retina dengan metode yang di usulkan meliputi tahap-tahap seperti pembuatan mask, Green, Red, dan Blue Channel, CLAHE, Bradley Threshold, dan Median filter.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah,tujuan penelitian manfaat penelitian dan batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang penelitian-penelitian terdahulu yang berhubungan dengan permasalahan yang diteliti dan menjadi acuan konseptual.

BAB III METODOLOGI

Bab ini berisikan mengenai Dataset, Lingkugan Hardware dan Software, Metode pada Blok Diagram Proses, Flow Chart dan Metode secara umum.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab ini memiliki pembahasan mengenai Akuisisi citra dan Dataset, Source Kode, Hasil Program, Pengukuran Parameter, Pembahasan, dan Analisis.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan kesimpulan dan saran yang didapatkan dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Yavuz and C. Köse, “Blood Vessel Extraction in Color Retinal Fundus Images with Enhancement Filtering and Unsupervised Classification,” *Hindawi Int. J.*, vol. 2017, 2017.
- [2] J. Dash, “Retinal Blood Vessels Extraction from Fundus Images Using an Automated Method,” *2018 4th Int. Conf. Recent Adv. Inf. Technol.*, pp. 1–5, 2018.
- [3] J. Dash and N. Bhoi, “An Unsupervised Approach for Extraction of Blood Vessels from Fundus Images,” *J. Digit. imaging*, 2018.
- [4] A. Biran, P. S. Bidari, A. Almazroa, and K. Raahemifar, “Blood Vessels Extraction from Retinal Images Using Combined 2D Gabor Wavelet Transform with Local Entropy Thresholding and Alternative Sequential Filter,” pp. 1–5, 2016.
- [5] D. Güü, “A Novel Retinal Vessel Extraction Method Based on Dynamic Scales Allocation,” 2017 2nd International Conference on Image, Vision and Computing., pp. 145–149, 2017.
- [6] R. Kamble, “Automatic Blood Vessel Extraction Technique Using Phase Stretch Transform In Retinal Images.” *2016 Int. Conf. signal Inf. Process.*, 2017.
- [7] D. B. Larkins and W. Harvey, “Introductory computational science using MATLAB and image processing,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 913–919, 2010.
- [8] Z. Xu, X. Liu, and X. Chen, “Fog Removal from Video Sequences Using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization,” *Proceedings - 2009 International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering*, pp. 3–6, 2009.
- [9] N. Pratap and S. Rajeev, “Extraction of Retinal Blood Vessels by Using an Extended Matched Filter Based on Second Derivative of Gaussian,” *Proc.*

- Natl. Acad. Sci. India Sect. A Phys. Sci.*, 2018.
- [10] A. F. Frangi, W. J. Niessen, K. L. Vincken, and M. A. Viergever, “Multiscale vessel enhancement filtering,” *Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics)*, vol. 1496, pp. 130–137, 1998.
 - [11] K. BahadarKhan, A. A. Khaliq, and M. Shahid, “Correction: A morphological hessian based approach for retinal blood vessels segmentation and denoising using region based otsu thresholding,” *PLoS One*, vol. 11, no. 9, pp. 1–19, 2016.
 - [12] U. T. V. Nguyen, A. Bhuiyan, L. A. F. Park, and K. Ramamohanarao, “An effective retinal blood vessel segmentation method using multi-scale line detection,” *Pattern Recognit.*, vol. 46, no. 3, pp. 703–715, 2013.
 - [13] K. Hidjah, A. Harjoko, and A. K. Sari, “METODE PENINGKATAN KUALITAS CITRA MEDIS: LITERATURE REVIEW,” *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia 2017*, pp. 1–6, 2017.
 - [14] R. A. Setiawan, R. R. Isnanto, and A. Hidayatno, “Menggunakan Metode Tapis Gabor 2-D Dan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization (Lvq).” *TRANSIENT*, VOL.2, NO. 3, 2013.
 - [15] 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.
 - [16] Michael Goldbaum, “STARE database,” 2003. [Online]. Available: <http://cecas.clemson.edu/~ahoover/stare/>.
 - [17] 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.
 - [18] T. Sun and Y. Neuvo, “Detail-preserving median based filters in image processing,” *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 15, no. 4, pp. 341–347, 1994.

- [19] Z. Zhu, L. Jin, E. Song, and C. C. Hung, “Quaternion Switching Vector Median Filter Based on Local Reachability Density,” *IEEE Signal Process. Lett.*, vol. 25, no. 6, pp. 843–847, 2018.
- [20] Z. Zhang, D. Han, J. Dezert, and Y. Yang, “A new adaptive switching median filter for impulse noise reduction with pre-detection based on evidential reasoning,” *Signal Processing*, vol. 147, pp. 173–189, 2018.
- [21] A. L. Pal, S. Prabhu, and N. Sampathila, “Extraction of Retinal Blood Vessels from Retinal Fundus Image for Computer Aided Diagnosis,” *Canar. E.college*, pp. 400–403, 2015.
- [22] M. Ben Abdallah *et al.*, “Automatic Extraction of Blood Vessels in the Retinal Vascular Tree Using Multiscale Medialness,” *International Journal of Intelligent Engineering Informatics*, vol. 2015, 2015.
- [23] T. A. Soomro, M. Paul, J. Gao, and L. Zheng, “Retinal blood vessel extraction method based on basic filtering schemes,” *Proc. - Int. Conf. Image Process. ICIP*, vol. 2017-September, pp. 4422–4426, 2018.
- [24] U. T. V Nguyen, A. Bhuiyan, L. A. F. Park, and K. Ramamohanarao, “An effective retinal blood vessel segmentation method using multi-scale line detection,” *Pattern Recognit.*, vol. 46, no. 3, pp. 703–715, 2013.

