

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA
RETINA DENGAN METODE NIBLACK THRESHOLD
DAN FILTER MORFOLOGI**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

ANGGARA PUTRA

09011181621016

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

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA
RETINA DENGAN METODE NIBLACK THRESHOLD
DAN FILTER MORFOLOGI**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

ANGGARA PUTRA

09011181621016

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

LEMBAR PENGESAHAN

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA
RETINA DENGAN METODE NIBLACK THRESHOLD
DAN FILTER MORFOLOGI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

ANGGARA PUTRA


09011181621016

Indralaya, Agustus 2020

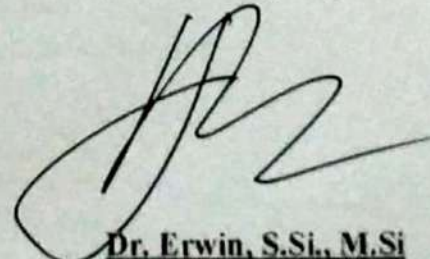
Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir


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





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

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

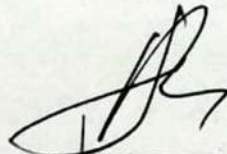
Hari : Senin
Tanggal : 3 Agustus 2020

Tim Penguji :

1. Ketua : Rahmat Fadli Isnanto, M.Sc



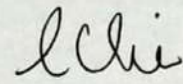
2. Sekretaris : Dr. Erwin, S.Si., M.Si



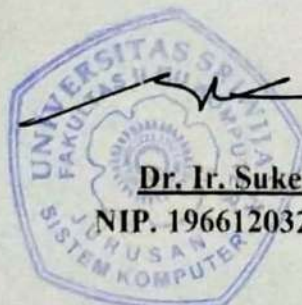
3. Anggota I : Sutarno, M.T



4. Anggota II : Sri Desi Siswanti, M.T



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer**



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

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Anggara Putra

NIM : 09011181621016

Judul : Segmentasi Pembuluh Darah pada Citra Retina dengan Metode
Niblack Threshold dan Filter Morfologi

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 4%

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.



Indralaya, Agustus 2020

Yang menyatakan,



Anggara Putra

NIM. 09011181621016

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Sesungguhnya bersama kesulitan itu pasti ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain, dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.” (QS: 94: 6-8)

“No Pain No Gain” (Anonim)

Skripsi ini saya persembahkan khusus untuk:

- **Ibu (Nursila) dan Bapak (Arpan) tersayang yang tak pernah berhenti memanjatkan doa, memotivasi, mendidik dan mengorbankan segalanya kepada Putra bungsunya agar dapat mencapai cita-cita yang diinginkan.**
- **Kedua Kakakku (Kak Dd dan Kak Aan) yang mendoakan, memberikan materi dan semangat hingga sekarang.**
- **Dosen Pembimbing terbaik (Dr. Erwin, S.Si, M.Si)**
- **Keluarga Besar Sistem Komputer Universitas Sriwijaya**

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis selalu panjatkan atas kehadiran Allah Swt yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis sampai pada saat ini dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini dengan judul **“Segmentasi Pembuluh Darah pada Citra Retina dengan Metode *Niblack Threshold* dan Filter Morfologi”**

Pada penyusunan 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:

1. Allah Subhanahu Wata'ala yang telah memberikan berkah dan karunia-Nya kepada penulis dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Orangtua tercinta yang selalu memberikan motivasi, semangat dan do'a serta keluarga besar yang tersayang.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya
5. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Tugas Akhir.
7. Mbak Winda Kurnia Sari selaku Admin Jurusan Sistem Komputer.
8. Kakak tingkat sistem komputer yang memberikan masukan selama perkuliahan.
9. Devi, Winda, Heranti, Ega, Tety, Dwi, Rani, dan Anggi sebagai teman diskusi dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2016 terkhusus kelas A, serta semua pihak yang tidak dapat penulis cantumkan satu persatu.
11. Civitas Akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam pembuatan tugas akhir ini, tentunya penulis merasa masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, sebagai bahan perbaikan kedepan

penulis tentunya mengharapkan koreksi, saran, serta masukan terhadap isi dari tugas akhir ini.

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

Wa'alaikumsalam Warahmatullahi Wabarakatuh.

Indralaya, Agustus 2020

Penulis

Anggara Putra

BLOOD VESSEL SEGMENTATION OF RETINAL IMAGE WITH NIBLACK THRESHOLD METHOD AND MORPHOLOGICAL FILTER

Anggara Putra
(09011181621016)

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

Email: angput99@gmail.com

Abstract

The Blood vessels are an important part of the eyes in terms of eye diseases detection. Good analysis of blood vessels can facilitate medical personnel in visualizing the blood vessels of the retina. In this research, segmentation of blood vessels was proposed using the Niblack local thresholding method and morphological filters. The grey-scaled retina image obtained from the separation of green channels was then enhanced using the CLAHE and Top-Bottom-hat transform to obtain imagery with contrasts between the blood vessels and the more visible background. Blood vessel segmentation is conducted using Niblack Local Thresholding method to obtain binary image from blood vessel, terminated with noise clearance using median filter, remove small object and morphology closing. In this research using the STARE and DRIVE datasets. The parameter measurement results on the STARE dataset have an average value with 91.91% of accuracy, 50.99% sensitivity, 97.87% of specificity and 61.27% of F1-Score. The DRIVE DataSet 94.46% of accuracy, 56.61% of sensitivity, 98.65% of specificity and 67.01% of F1-Score.

Keywords: *Retina image, Top-hat, Bottom-hat, blood vessel segmentation, Niblack Threshold.*

SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA RETINA DENGAN METODE NIBLACK THRESHOLD DAN FILTER MORFOLOGI

Anggara Putra
(09011181621016)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Sriwijaya

Email: angput99@gmail.com

Abstrak

Pembuluh darah merupakan bagian penting pada mata dalam hal deteksi penyakit mata. Analisis yang baik pada pembuluh darah dapat mempermudah tenaga medis dalam memvisualisasikan pembuluh darah retina. Dalam penelitian ini, segmentasi pembuluh darah diusulkan menggunakan metode Niblack local thresholding dan filter morfologi. Citra fundus retina berskala keabuan didapat dari pemisahan saluran warna hijau kemudian ditingkatkan menggunakan CLAHE dan Transformasi Top-Bottom hat untuk mendapatkan citra dengan kontras antara pembuluh darah dan latar belakang yang lebih terlihat. Segmentasi pembuluh darah dilakukan dengan menggunakan metode Niblack Local Thresholding untuk mendapatkan citra biner dari pembuluh darah, diakhiri pembersihan noise dengan menggunakan median filter, remove small object dan morphology closing. Pada penelitian ini menggunakan dataset STARE dan DRIVE. Hasil pengukuran parameter pada dataset STARE memiliki nilai rata-rata dengan Akurasi 91,91%, Sensitifitas 50,99%, Spesifisitas 97,87% dan F1-Score 61,27 %. Sedangkan untuk dataset DRIVE Akurasi 94.46%, Sensitifitas 56.61%, Spesifisitas 98.65% dan f1-Score 67,01 %.

Kata Kunci: Citra Retina, Top-hat, Bottom-hat, Segmentasi Pembuluh darah, Niblack Threshold

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pernyataan	iv
Halaman Persembahan	v
Kata Pengantar	vi
Abstraction	viii
Abstrak	ix
Daftar Isi	x
Daftar Gambar	xiii
Daftar Tabel	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Landasan Teori	6
2.2.1 Citra	6
2.2.2 Retina	7
2.2.3 Pembuluh Darah	7
2.2.4 Segmentasi Citra	8
2.2.5 Jenis Citra.....	8
2.2.5.1 Citra Biner.....	8
2.2.5.2 Citra Grayscale.....	9
2.2.5.3 Citra Warna.....	9

2.2.6 <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	10
2.2.7 Operasi Morfologi	11
2.2.7.1 Dilasi dan Erosi.....	12
2.2.7.2 Opening dan Closing.....	13
2.2.7.3 Transformasi Top hat dan Bottom hat	14
2.2.8 Median Filter	15
2.2.9 Local Threshold	15
2.2.9.1 Niblack Threshold.....	16
BAB III. METODOLOGI	
3.1 Pendahuluan	17
3.2 Kerangka Kerja Penelitian	17
3.3 Dataset.....	17
3.3.1 STARE (<i>STructured Analysis of the Retina</i>)	17
3.3.2 DRIVE (<i>Digital Retinal Image for Vessel Extraction</i>)	18
3.4 Lingkungan <i>Hardware</i>	18
3.5 Metode	19
3.5.1 Blok Diagram Proses	19
3.5.2 Tahapan	19
3.5.2.1 Citra <i>Input</i>	19
3.5.2.2 Pra-Proses	20
3.5.2.2.1 Pemisahan Saluran Warna Hijau	20
3.5.2.2.2 Perbaikan kualitas citra	21
3.5.2.2.3 Transformasi <i>Top-Bottom hat</i>	22
3.5.2.3 Segmentasi Pembuluh Darah	23
3.5.2.4 Pasca-proses	24
3.5.2.4.1 Median Filter	24
3.5.2.4.2 <i>Remove Small Object</i>	24
3.5.2.4.3 <i>Morphology Closing</i>	25
3.5.2.5 Citra <i>Output</i>	24
BAB IV. HASIL DAN ANALISIS	
4.1 Pendahuluan	27
4.2 Akuisisi Citra dan Dataset	27

4.2.1 Database <i>File</i> Citra STARE dan DRIVE.....	27
4.2.2 Dataset	27
4.3 Tahap Pemrograman	29
4.3.1 <i>Input</i> Citra	30
4.3.2 Pra-proses	30
4.3.2.1 Pemisahan Kanal Warna Hijau	30
4.3.2.2 <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization</i>	33
4.3.2.4 Transformasi <i>Top-Bottom hat</i>	34
4.3.7 Segmentasi Pembuluh Darah	41
4.3.8 Pasca-proses	45
4.3.8.1 <i>Median Filter</i>	45
4.3.8.2 <i>Remove Small Object</i>	46
4.3.8.3 Pembentukan Mask dan Eliminasi Noise Tepi	47
4.3.8.3 <i>Morphology Closing</i>	47
4.4 Hasil Program	50
4.4.1 STARE.....	50
4.4.2 DRIVE	53
4.5 Pengukuran Parameter	56
4.6 Pembahasan Hasil dan Analisis	59
BAB V. KESIMPULAN dan Saran	
5.1 Kesimpulan	67
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Representasi citra biner	8
Gambar 2.2 Citra kapal Grayscale.....	9
Gambar 2.3 Citra Pepper	10
Gambar 2.4 Piksel utama konvolusi citra.....	11
Gambar 2.5 Proses dilasi	12
Gambar 2.6 Proses erosi	12
Gambar 2.7 Ilustrasi penerapan operasi <i>opening</i> dan <i>closing</i>	14
Gambar 3.1 Kerangka Kerja	17
Gambar 3.2 Diagram Proses	19
Gambar 3.3. Tahapan Pemisahan saluran warna.....	20
Gambar 3.4 Tahapan Perbaikan Kualitas citra.....	21
Gambar 3.5 Tahapan Transformasi <i>Top-Bottom hat</i>	22
Gambar 3.6 Tahapan binerisasi dengan Niblack Threshold.....	23
Gambar 3.7 Tahapan <i>Median Filter</i>	24
Gambar 3.8 Tahapan penghapusan piksel kecil	25
Gambar 3.9 Tahapan <i>Morphology Closing</i>	25
Gambar 4.1 Citra <i>Input</i> STARE dan DRIVE	30
Gambar 4.2 Piksel penyusun Citra RGB	31
Gambar 4.3 <i>Green Channel</i> STARE dan DRIVE	33
Gambar 4.4 CLAHE STARE dan DRIVE	34
Gambar 4.5 Transformasi <i>Top-bottom hat</i> STARE dan DRIVE	41
Gambar 4.6 <i>Niblack Threshold</i> STARE dan DRIVE	44
Gambar 4.7 Median Filter STARE dan DRIVE	46
Gambar 4.8 <i>Remove Small Object</i> STARE dan DRIVE	46
Gambar 4.9 Eliminasi tepi berdasarkan mask STARE DRIVE	47
Gambar 4.10 <i>Morphology Closing</i> STARE dan DRIVE	49
Gambar 4.11 Contoh citra biner ukuran 5x5 Groundtruth dan Hasil olah	57

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Dataset STARE dan DRIVE.....	27
Tabel 4.2 Histogram citra pada kanal warna RGB.....	29
Tabel 4.3 Proses peningkatan citra pada matriks 3x3	33
Tabel 4.4 Nilai piksel hasil perbaikan kontras	34
Tabel 4.5 Nilai piksel hasil Erosi.....	36
Tabel 4.6 Nilai piksel hasil Dilasi.....	37
Tabel 4.7 Nilai piksel hasil Opening	37
Tabel 4.8 Nilai piksel hasil Closing	38
Tabel 4.9 Nilai piksel hasil Top-hat	39
Tabel 4.10 Nilai piksel hasil Bottom-hat.....	40
Tabel 4.11 Nilai piksel hasil Top-Bottom hat	40
Tabel 4.12 Perhitungan Piksel Niblack	42
Tabel 4.13 Nilai piksel hasil Thresholding.....	44
Tabel 4.14 Nilai piksel hasil Median Filter	46
Tabel 4.15 Proses Operasi Dilasi	47
Tabel 4.16 Piksel citra hasil Operasi Dilasi	48
Tabel 4.17 Proses Operasi Morphology Closing.....	48
Tabel 4.18 Hasil Morphology Closing	49
Tabel 4.19 Perbandingan <i>Ground Truth</i> dengan Hasil Olah Dataset STARE ...	50
Tabel 4.20 Perbandingan <i>Ground Truth</i> dengan Hasil Olah Dataset DRIVE....	52
Tabel 4.21 Percobaan windows dan konstanta pada Niblack Threshold	59
Tabel 4.22 Hasil perhitungan parameter Dataset STARE	62
Tabel 4.23 Hasil perhitungan parameter Dataset DRIVE.....	63
Tabel 4.24 Hasil Perbandingan <i>Ground Truth</i> dengan Hasil Olah	64
Tabel 4.25 Perbandingan Hasil Olah dengan Hasil Peneliti Lain	66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Retina merupakan bagian penting pada organ mata dalam hal deteksi penyakit. Retina berada pada bagian belakang mata dan bertugas sebagai reseptor cahaya yang terdiri dari pembuluh darah, *optic disk* dan *macula*. Oleh sebab itu, ekstraksi fitur dari citra fundus retina menjadi langkah awal dalam membantu mendapatkan ciri khusus dalam diagnosis penyakit mata. Salah satu bagian retina yang digunakan sebagai pendeteksi dini cacat mata yaitu pembuluh darah. Pembuluh darah pada retina terdiri dari pembuluh darah arteri dan pembuluh darah arteriol. Sehingga perlu dilakukan analisis dan pengamatan pada pembuluh darah retina dalam interval waktu tertentu agar dapat membantu tenaga medis mengumpulkan informasi untuk diagnosis penyakit [1]. Citra fundus retina dalam *Ophthalmology* berperan dalam diagnosis medis pada beberapa patologi seperti penyakit hipertensi, penyakit diabetes, penyakit kardiovaskular dan penyakit lainnya [2] [3].

Struktur dan bentuk pembuluh darah pada setiap manusia memiliki perbedaan masing-masing. Pembuluh darah memiliki struktur berupa garis yang membentuk pola tersendiri dan bercabang-cabang. Sehingga permasalahan terkait ekstraksi pembuluh darah adalah deteksi garis piksel [4]. Oleh karena itu, dilakukan segmentasi pada pembuluh darah yang menjadi tahap awal sebelum dilakukannya ekstraksi fitur. Langkah segmentasi pembuluh darah pada retina penting dilakukan untuk menentukan ciri penyakit tertentu dalam diagnosis dan deteksi penyakit mata. Hasil segmentasi pembuluh yang akurat menjadi parameter yang baik untuk memastikan hasil kinerja dari ekstraksi fitur.

Segmentasi pembuluh darah retina memiliki tantangan seperti resolusi atau kualitas dan ketajaman citra retina, *noise* pada citra dan termasuk perbedaan kontras level intensitas antara citra pembuluh darah sebagai objek dan *background* atau latar belakang citra. Citra fundus retina yang memiliki resolusi tinggi dapat mengoptimalkan hasil segmentasi, begitu pula dengan pembersihan *noise* yang baik dan perbedaan kontras yang jelas antara pembuluh dan latar belakang akan

memberikan hasil segmentasi pembuluh yang tinggi dan dapat mempermudah tenaga medis dalam mendapatkan informasi terkait adanya kelainan pada pembuluh darah. Langkah segmentasi pembuluh darah retina dalam dunia medis, menjadi tahapan yang substansial karena dari proses ini dapat memberikan informasi lanjutan dalam hal memperdiiksi beberapa penyakit mata [3]. Namun pada kenyataannya, seorang dokter ahli dalam mendeteksi pembuluh darah secara manual akan memakan waktu yang cukup lama dan akan menjadi terhambat ketika dilakukan pada citra dengan jumlah yang tidak sedikit. Sehingga mendorong para peneliti untuk mencari pendekatan dalam segmentasi pembuluh darah secara cepat serta akurat.

Berdasarkan uraian diatas, dilakukan penelitian terhadap segmentasi pembuluh darah dengan *Niblack Thresholding* dan Filter Morfologi. Proses segmentasi ini bertujuan untuk memberikan informasi berupa citra biner pembuluh darah dan diharapkan dapat menjadi langkah awal dalam memberikan informasi tentang cacat pada retina mata terutama berfokus pada pembuluh darah dan dapat membantu tenaga medis dalam mendiagnosis berbagai penyakit mata.

1.2 Perumusan Masalah

Pembuluh darah retina memiliki struktur berpola dan ragam bentuk serta ukuran yang berbeda setiap manusia. Pembuluh darah citra fundus retina merupakan bagian yang dapat membantu mendiagnosis penyakit tahap lanjut dalam dunia medis seperti dalam tahapan deteksi, klasifikasi dan identifikasi penyakit mata. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, proses segmentasi dilakukan dengan tujuan memisahkan dan mengambil fokus pada pembuluh darah yang sebelumnya dilakukan peningkatan kontras terlebih dahulu sehingga dapat terlihat perbedaan antara objek pembuluh darah dan background citra fundus retina. Citra biner pembuluh darah hasil segmentasi dilakukan pengukuran parameter untuk mengetahui kinerja dari metode yang digunakan sehingga didapat hasil rata-rata nilai sensitifitas, nilai akurasi, nilai spesifisitas dan nilai *F1-score*. Berdasarkan uraian di atas, maka disusun perumusan masalah penelitian bagaimana melakukan segmentasi pembuluh darah citra retina menggunakan metode *Niblack Threshold*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dilakukan dapat dilihat seperti berikut:

1. Memperoleh citra biner pembuluh darah dari fundus retina dari hasil proses segmentasi dengan metode yang diusulkan yaitu *Niblack Threshold*.
2. Memperoleh hasil kinerja berupa pengukuran parameter rata-rata nilai sensitifitas, akurasi, spesifisitas, presisi dan f1-score untuk segmentasi pembuluh.
3. Mengimplementasikan algoritma *Niblack Thresholding* dalam melakukan segmentasi pembuluh darah fundus retina.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dari tugas akhir ini seperti berikut:

1. Dapat membantu memvisualisasikan pembuluh darah fundus retina dengan memperoleh citra biner berdasarkan metode *Niblack Threshold*.
2. Membantu dalam mengembangkan nilai pengukuran parameter hasil segmentasi pembuluh darah berupa nilai sensitifitas, nilai akurasi, spesifisitas dan f1-score.
3. Untuk memenuhi informasi kebutuhan medis dalam deteksi dini cacat mata dari hasil segmentasi pembuluh berdasarkan metode *Niblack Threshold*.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini terdapat batasan-batasan masalah yang diterapkan seperti berikut:

1. Pada penelitian ini menggunakan citra fundus retina dari dua jenis dataset yaitu citra retina STARE dan citra retina DRIVE yang masing-masing berjumlah 20 gambar.
2. Penelitian ini berfokus pada segmentasi citra pembuluh darah dan latar belakang dengan melakukan binerisasi sehingga mendapatkan hasil pengukuran performa berupa rata-rata nilai akurasi, nilai sensitivitas, nilai spesifisitas, nilai presisi dan nilai f1-score.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam menyusun tugas akhir ini, terdapat sistematika yang dirancang seperti berikut:

BAB I. Pendahuluan

Pada Bab I pendahuluan ini, membahas tentang Latar Belakang penelitian, Perumusan Masalah, Tujuan dan Manfaat penelitian, serta Batasan Masalah Penelitian dan Sistematik Penulisan.

BAB II. Tinjauan Pustaka

Pada Bab II membahas tentang penelitian terkait serta pembahasan dan landasan teori pada beberapa metode yang digunakan.

BAB III. Metodologi

Pada Bab metodologi ini membahas tentang Dataset yang digunakan, Lingkungan Hardware, serta tahapan-tahapan pada metode yang digunakan.

BAB IV. Hasil dan Analisa

Bab ini membahas citra input citra yang digunakan serta perbandingan hasil olah pada masing-masing dataset yang digunakan dengan menghitung pengukuran parameter, serta membahas hasil dan analisis.

BAB V. Kesimpulan dan Saran

Bab V membahas tentang kesimpulan dan saran mengenai penelitian yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Shahbeig and M. S. Helfroush, “A Novel and Efficient Method to Extract Blood Vessels from Retinal Images,” *Bull. la Société R. des Sci. Liège*, vol. 85, no. 8, 2018.
- [2] E. Ricci and R. Perfetti, “Retinal blood vessel segmentation using line operators and support vector classification,” *IEEE Transactions on Medical Imaging*, vol. 26, no. 10. pp. 1357–1365, 2007.
- [3] D. Sutaji, C. Fatichah, and D. A. Navastara, “Segmentasi Pembuluh Darah Retina Pada Citra Fundus Menggunakan Gradient Based Adaptive Thresholding Dan Region Growing,” *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 105, 2016.
- [4] 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.
- [5] Z. Yavuz and C. Köse, “Blood Vessel Extraction in Color Retinal Fundus Images with Enhancement Filtering and Unsupervised Classification,” *J. Healthc. Eng.*, vol. 2017, 2017.
- [6] M. S. A. S. K. KHAN BAHADAR KHAN, AMIR ABDUL KHALIQ, “an Efficient Technique for Retinal Vessel Segmentation and Denoising Using Modified Isodata and Clahe,” vol. 17, no. 2, pp. 31–46, 2016.
- [7] J. Dash and N. Bhoi, “An Unsupervised Approach for Extraction of Blood Vessels from Fundus Images,” *J. Digit. Imaging*, 2018.
- [8] K. Kipli, C. Jiris, S. K. Sahari, R. Sapawi, N. Junaidi, and M. Sawawi, “Morphological and Otsu ’ s Thresholding -Based Retinal Blood Vessel Segmentation for Detection of Retinopathy,” vol. 7, pp. 16–20, 2018.
- [9] J. Dash and N. Bhoi, “A thresholding based technique to extract retinal blood vessels from fundus images,” *Futur. Comput. Informatics J.*, vol. 2, no. 2, pp. 103–109, 2017.
- [10] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, and B. R. Masters, “Digital Image Processing, Third Edition,” *J. Biomed. Opt.*, vol. 14, no. 2, p. 029901, 2009.
- [11] S. Wangko and L. B. Mata, “HISTOFISIOLOGI RETINA,” 2010.
- [12] A. Z. Adri Pramana Putra, Youllia Indrawaty Nurhasanah, “Deteksi Penyakit Diabetes Retinopati Pada Retina Mata Berdasarkan Pengolahan Citra,” vol. 3, pp. 376–390, 2017.
- [13] A. Vyas, S. Yu, and J. Paik, *Fundamentals of digital image processing*. 2018.

- [14] R. Munir, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Bandung: Informatika, 2004.
- [15] M. D. Saleh, C. Eswaran, and A. Mueen, "An automated blood vessel segmentation algorithm using histogram equalization and automatic threshold selection," *J. Digit. Imaging*, vol. 24, no. 4, pp. 564–572, 2011.
- [16] 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.*, no. July, 2018.
- [17] N. Sengee, A. Sengee, and H. K. Choi, "Image contrast enhancement using bi-histogram equalization with neighborhood metrics," *IEEE Trans. Consum. Electron.*, vol. 56, no. 4, pp. 2727–2734, 2010.
- [18] W. K. Pratt, *DIGITAL IMAGE PROCESSING*, vol. 5. 2001.
- [19] Erwin and T. Kiyatmoko, "Retinal vessel extraction using dynamic threshold and enhancement image filter from retina fundus," *J. Inf. Syst. Telecommun.*, vol. 6, no. 4, pp. 189–196, 2019.
- [20] S. N and V. S, "Image Segmentation By Using Thresholding Techniques For Medical Images," *Comput. Sci. Eng. An Int. J.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–13, 2016.
- [21] G. Leedham, C. Yan, K. Takru, J. H. N. Tan, and L. Mian, "Comparison of some thresholding algorithms for text/background segmentation in difficult document images," *Proc. Int. Conf. Doc. Anal. Recognition, ICDAR*, vol. 2003-Janua, no. January 2003, pp. 859–864, 2003.
- [22] K. Khurshid, I. Siddiqi, C. Faure, and N. Vincent, "Comparison of Niblack inspired binarization methods for ancient documents," *Doc. Recognit. Retr. XVI*, vol. 7247, no. January, p. 72470U, 2009.
- [23] L. P. Saxena, "Niblack's binarization method and its modifications to real-time applications: a review," *Artificial Intelligence Review*, vol. 51, no. 4, pp. 673–705, 2019.
- [24] A. Hoover, "Locating blood vessels in retinal images by piecewise threshold probing of a matched filter response," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 19, no. 3, pp. 203–210, 2000.
- [25] N. P. Singh and R. Srivastava, "Retinal blood vessels segmentation by using Gumbel probability distribution function based matched filter," *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 129, pp. 40–50, 2016.
- [26] G. Balkys and G. Dzemyda, "Segmenting the Eye Fundus Images for Identification of Blood Vessels," *Math. Model. Anal.*, vol. 17, no. 1, pp. 21–30, 2012.
- [27] L. Câmara Neto, G. L. B. Ramalho, J. F. S. Rocha Neto, 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.