

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA
RETINA DENGAN METODE NEIGHBORHOOD
AVERAGE MENGGUNAKAN BACKGROUND
EXCLUSION DAN THRESHOLDING OTSU**



OLEH :

**DEVI MAULITASARI
09011181621118**

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

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA RETINA
DENGAN METODE NEIGHBORHOOD AVERAGE
MENGUNAKAN BACKGROUND EXCLUSION DAN
THRESHOLDING OTSU**

SKRIPSI

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



OLEH :

**DEVI MAULITASARI
09011181621118**

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

LEMBAR PENGESAHAN

SEGMENTASI PEMBULUH DARAH PADA CITRA RETINA DENGAN METODE NEIGHBORHOOD AVERAGE MENGUNAKAN BACKGROUND EXCLUSION DAN THRESHOLDING OTSU

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

DEVI MAULITASARI
02011181621118


Inderalaya, Januari 2020

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer


Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

Pembimbing Tugas Akhir


Dr. Erwin, M.Si.
NIP. 197101291994121001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : 10 Januari 2020

Tim Penguji :

1. Ketua : Aditya Putra Perdana Prasetyo, M.T.



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



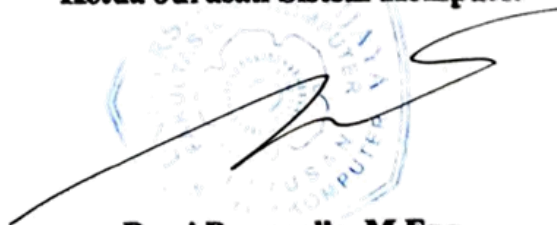
3. Anggota I : Sutarno, M.T.



4. Anggota II : Kemahyanto Exaudi, M.T.



Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer



Rossi Passarella, M.Eng.
NIP. 197806112010121004

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Devi Maulitasari

NIM : 09011181621118

Judul : Segmentasi Pembuluh Darah pada Citra Retina dengan Metode *Neighborhood Average* menggunakan *Background Exclusion* dan *Thresholding Otsu*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate / Turnitin* : 6 %

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, Januari 2020

Yang menyatakan,



Devi Maulitasari

HALAMAN PERSEMBAHAN

“My life's journey is like a binary image. It has pixels 0 and 1.
0 is black and 1 is white, 0 is dark and 1 is light, 0 is past and 1 is future.
I prefer to target myself to be number 1, just for the happiness of my family.”

“Hujan turun membasahi bumi. Sekaligus turun membasahi pipi.
Oh, skripsi. Akhirnya sudah ku lalui.”

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

- *Ayah (Rahmad Junaidi) dan Mama (Mulyati) tercinta*
- *Kakak (M. Hidayatullah) dan Adik (M. Daffa Rizqullah) tersayang*
- *Keluarga Besar Sistem Komputer Universitas Sriwijaya*
- *Civitas Akademika Universitas Sriwijaya*

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Allhamdulillahirabbil'alamiin. Penulis selalu bersyukur kepada Allah Subhanahu Wata'ala atas segala berkah yang melimpah, sehingga penulis diberikan nikmat kesehatan dan kemudahan untuk menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Segmentasi Pembuluh Darah pada Citra Retina dengan Metode *Neighborhood Average* menggunakan *Background Exclusion* dan *Thresholding Otsu*."

Dalam penyelesaian skripsi ini, tentu banyak pihak yang berperan penting dalam memberikan arahan, bimbingan, serta dukungan. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis ingin berterima kasih setulus hati kepada:

1. Orangtua tercinta serta keluarga besar penulis yang tersayang.
2. Bapak Rossi Passarella, M.Eng. sebagai Ketua Jurusan Sistem Komputer.
3. Bapak Dr. Erwin, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing Skripsi.
4. Bapak Sutarno, M.T. sebagai Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Aditya Putra Perdana Prasetyo, M.T. sebagai Ketua Sidang.
6. Bapak Kemahyanto Exaudi, M.T. sebagai Penguji Sidang.
7. Seluruh Bapak / Ibu Dosen Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
8. Mbak Winda Kurnia Sari sebagai Admin Jurusan Sistem Komputer.
9. Teman se-SD-SMP-SMA-PTN (Rahman Ramadhan), teman seperbimbingan (Tety, Ega, Ranti, Winda, Rany, Dwi, Anggi, dan Putra), teman curhat (Annisa), Baper Squad, teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2016, semua kakak tingkat yang memberi arahan dan adik tingkat yang memberi semangat, serta semua pihak yang terlibat terkait apapun dalam hal ini.
10. Civitas Akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Dalam pembuatan skripsi ini, tentu masih terdapat kekurangan dan kesalahan. Maka dari itu, jikalau berkenan, mari kita diskusi bersama agar dapat saling berbagi dan menambah ilmu tentang bahasan ini.

Demikian kata pengantar dari penulis. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat dan dapat menjadi referensi bagi yang membutuhkan. Semangat berjuang. Akhir kata, Wa Billahi Taufik Wal Hidayah. Undzur Maa Qoola Walaa Tandzur Man Qoola.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Indralaya, Januari 2020

Penulis

Blood Vessel Segmentation in Retinal Image with Neighborhood Average Method uses Background Exclusion and Otsu Thresholding

Devi Maulitasari (09011181621118)

Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,
Sriwijaya University
Email: devimaulitas@gmail.com

Abstract

Blood vessels are one of the unique parts found in Tunica Nervosa (the deepest part of the eyeball). This study presents a method for blood vessel segmentation in retinal images. In the first step, convert from the original image to Grayscale, then add the Gamma Correction value, and run the CLAHE process aimed at improving the quality of the retinal image. To reduce noise in retinal images, the Neighborhood Average method is then performed using Background Exception. In addition, blood vessels are segmented with the help of the Otsu Thresholding method. In the final step, Remove Small Objects, Incomplement, Median Filter, and Morphology Closing are applied. The proposed method allows for easier implementation and less computing time. The dataset used in this study is to DRIVE and STARE. In this case, the average value obtained for the DRIVE dataset is 94.73% accuracy, 49.16% sensitivity, 99.39% specification, 89.60% precision, and F1 score 63.27%. The STARE dataset with an accuracy of 93.11%, sensitivity 53.58%, specifications 97.41%, accuracy 70.88%, and F1 score 60.72% (compared to the Truth of Adam Hoover's Land), and Accuracy 91.93% , Sensitivity 47.53%, Specifications 98.15%, Precision 78.92%, and F1 Score 59.02% (compared to Valentina Kouznetsova's Ground Truth). Based on these results, this method can be proposed in the segmentation of blood vessels in retinal images.

Keywords: Blood Vessel Segmentation, Morphology, Neighborhood Average, Retinal Image, Thresholding Otsu.

Segmentasi Pembuluh Darah pada Citra Retina dengan Metode Neighborhood Average menggunakan Background Exclusion dan Thresholding Otsu

Devi Maulitasari (09011181621118)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,
Universitas Sriwijaya
Email: devimaulitas@gmail.com

Abstrak

Pembuluh darah adalah salah satu bagian unik yang terdapat pada Tunika Nervosa (bagian bola mata paling dalam). Penelitian ini menyajikan metode untuk segmentasi pembuluh darah pada citra retina. Pada langkah pertama, dilakukan konversi dari citra asli ke Grayscale, lalu Gamma Correction, dan CLAHE yang digunakan untuk meningkatkan kualitas gambar retina. Untuk mengurangi noise pada citra retina dilakukan dengan metode Neighborhood Average menggunakan Background Exclusion. Selanjutnya, pembuluh darah disegmentasi dengan bantuan metode Thresholding Otsu dan pada langkah terakhir diterapkan Remove Small Object, Imcomplement, Median Filter, dan Morphological Closing. Metode yang diusulkan memungkinkan implementasi menjadi lebih mudah dan lebih sedikit waktu komputasi. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah DRIVE dan STARE. Dalam hal ini didapat rata-rata nilai untuk dataset DRIVE dengan Akurasi 94,73%, Sensitifitas 49,16%, Speksifikasi 99,39%, Presisi 89,60%, dan F1 Score 63,27% untuk dataset STARE dengan Akurasi 93,11%, Sensitifitas 53,58%, Speksifikasi 97,41%, Presisi 70,88%, dan F1 Score 60,72% (dibandingkan dengan Adam Hoover's Ground Truth), serta Akurasi 91,93%, Sensitifitas 47,53%, Speksifikasi 98,15%, Presisi 78,92%, dan F1 Score 59,02% (dibandingkan dengan Valentina Kouznetsova's Ground Truth). Berdasarkan hasil tersebut, berarti metode ini dapat diajukan dalam segmentasi pembuluh darah pada citra retina.

Kata Kunci: Citra Retina, Morphology, Neighborhood Average, Segmentasi Pembuluh Darah, Thresholding Otsu.

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
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	6
2.2.1.3. Citra RGB	7
2.2.1.4. Segmentasi Citra	7

2.2.2. Retina	8
2.2.3. <i>Grayscale</i>	9
2.2.3.1. <i>Gamma Correction</i>	10
2.2.4. CLAHE	10
2.2.5. <i>Filter Citra</i>	11
2.2.5.1. Neighborhood Average dengan Background Exclusion	11
2.2.5.2. Median Filter	12
2.2.6. <i>Thresholding Otsu</i>	12
2.2.7. <i>Morphology Closing</i>	14
BAB III. METODOLOGI	
3.1 Pendahuluan	16
3.2 Kerangka Kerja	16
3.3. Dataset	17
3.3.1. DRIVE (<i>Digital Retinal Images for Vessel Extraction</i>)	17
3.3.2. STARE (<i>STructured Analysis of the Retina</i>)	17
3.4. Lingkungan <i>Hardware</i>	17
3.5. Perancangan Sistem	18
3.5.1. <i>Input Citra</i>	19
3.5.2. <i>Pre-Processing</i>	20
3.5.2.1. <i>Grayscale</i>	20
3.5.2.2. <i>Gamma Correction</i>	21
3.5.2.3. CLAHE	21
3.5.2.4. <i>Neighborhood Average</i>	23
3.5.2.5 <i>Background Exclusion</i>	23
3.5.3. <i>Vessel Segmentation</i>	24
3.5.4. <i>Post-Processing</i>	26
3.5.4.1. <i>Remove Small Object</i>	26
3.5.4.2. <i>Imcomplement</i>	26
3.5.4.3. <i>Median Filter</i>	27
3.5.4.4. <i>Morphology Closing</i>	28
3.5.5. <i>Output Citra</i>	28

BAB IV. HASIL DAN ANALISIS	
4.1. Akuisisi Citra dan Dataset	29
4.1.1. Dataset <i>File</i> Citra DRIVE dan STARE	29
4.1.2. Dataset	29
4.2. Tahapan Pemrograman	31
4.2.1. <i>Input</i> Citra	32
4.2.1.1. <i>Pre-Processing</i>	33
4.2.1.2. <i>Vessel Segmentation</i>	46
4.2.1.3. <i>Post-Processing</i>	52
4.3. Pengukuran Parameter	59
4.4. Pembahasan dan Analisis	63
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Kurva Pemetaan Intensitas <i>Gamma Correction</i>	10
Gambar 3.1. Kerangka Kerja	16
Gambar 3.2. Diagram Proses	19
Gambar 3.3. Kerangka Kerja <i>Grayscale</i>	20
Gambar 3.4. Kerangka Kerja <i>Gamma Correction</i>	21
Gambar 3.5. Kerangka Kerja Perbaikan Kualitas Citra	22
Gambar 3.6. Kerangka Kerja <i>Neighborhood Average</i>	23
Gambar 3.7. Kerangka Kerja <i>Background Exclusion</i>	24
Gambar 3.8. Kerangka Kerja <i>Thresholding Otsu</i>	25
Gambar 3.9. Kerangka Kerja <i>Remove Small Object</i>	26
Gambar 3.10. Kerangka Kerja <i>Imcomplement</i>	27
Gambar 3.11. Kerangka Kerja <i>Median Filter</i>	27
Gambar 3.12. Kerangka Kerja <i>Morphology Closing</i>	28
Gambar 4.1. <i>Input Citra DRIVE dan STARE</i>	32
Gambar 4.2. <i>Grayscale DRIVE dan STARE</i>	35
Gambar 4.3. Hasil Pemetaan Intensitas Nilai <i>Gamma Correction</i>	39
Gambar 4.4. <i>Gamma Koreksi DRIVE dan STARE</i>	40
Gambar 4.5. Histogram Citra Awal dan Perbaikan Kualitas Citra	41
Gambar 4.6. <i>CLAHE DRIVE dan STARE</i>	42
Gambar 4.7. <i>Neighborhood Average DRIVE dan STARE</i>	45
Gambar 4.8. <i>Thresholding Otsu DRIVE dan STARE</i>	51
Gambar 4.9. <i>Remove Small Object DRIVE dan STARE</i>	52
Gambar 4.10. <i>ROI Selection DRIVE dan STARE</i>	52
Gambar 4.11. <i>Mask Citra DRIVE dan STARE</i>	53
Gambar 4.12. <i>Median Filter DRIVE dan STARE</i>	55
Gambar 4.13. Hasil Akhir <i>DRIVE dan STARE</i>	58
Gambar 4.14. Hasil Olah, Adam Hoover, Valentina Kouznetsova	59

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Dataset DRIVE dan STARE	31
Tabel 4.2. Nilai Piksel Hasil <i>Grayscale</i>	35
Tabel 4.3. Pemetaan Intensitas Nilai <i>Gamma Correction</i>	38
Tabel 4.4. Nilai Piksel Hasil <i>Gamma Correction</i>	39
Tabel 4.5. Proses Perhitungan Perbaikan Kualitas Citra	41
Tabel 4.6. Nilai Piksel Hasil Perbaikan Kualitas Citra	42
Tabel 4.7. Nilai Piksel Hasil <i>Neighborhood Average</i>	44
Tabel 4.8. Nilai Piksel Hasil <i>Background Exclusion</i>	46
Tabel 4.9. Perhitungan Nilai <i>Threshold</i>	47
Tabel 4.10. Nilai Piksel Hasil <i>Median Filter</i>	54
Tabel 4.11. Proses Operasi Dilasi	56
Tabel 4.11. Hasil Operasi Dilasi	56
Tabel 4.12. Proses Operasi <i>Morphology Closing</i>	57
Tabel 4.13. Hasil Operasi <i>Morphology Closing</i>	57
Tabel 4.14. Hasil dan Perbandingan Nilai Parameter dari Dataset DRIVE	61
Tabel 4.15. Hasil dan Perbandingan Nilai Parameter dari Dataset STARE	62
Tabel 4.16. Perbandingan Hasil Olah dengan Hasil Peneliti Lain	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tampilan Program	67
Lampiran 2. Perbandingan <i>Ground Truth</i> dengan Hasil Olah DRIVE	69
Lampiran 3. Perbandingan <i>Ground Truth</i> dengan Hasil Olah STARE	74
Lampiran 4. Hasil Pengecekan <i>Software iThenticate / Turnitin</i>	78

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Retina adalah lapisan bola mata yang paling dalam dan merupakan awal jalur penglihatan. Retina memiliki sel fotoreseptor (*rods* dan *cones*) yang menerima cahaya. Citra retina adalah salah satu objek yang dapat memberikan informasi tentang berbagai jenis penyakit. Hal yang dapat dilakukan oleh peneliti dalam membantu tim medis mendiagnosa lebih lanjut yaitu dengan melakukan pemisahan objek antara pembuluh darah dengan bagian lainnya atau dengan kata lain adalah mendapatkan citra biner dari hasil segmentasi pembuluh darah. Oleh sebab itu, citra retina seringkali digunakan oleh para peneliti untuk melakukan pendeteksian awal penyakit retina [1]. Salah satu bagian yang dapat dideteksi untuk diagnosis dini yaitu pembuluh darah. Pembuluh darah retina memiliki bagian yang menarik untuk diteliti [2]. Pembuluh darah ini tumbuh disepanjang retina dan disepanjang permukaan bening, serta cairan *vitreous* yang mengisi bagian dalam mata. Kondisi pembuluh darah pada retina manusia merupakan faktor mendasar untuk diagnosis penyakit mata. Penelitian tentang segmentasi adalah percobaan yang menantang karena dipengaruhi seperti kontras yang rendah, keberadaan *mikroaneurisma* dan pendarahan yang ada pada citra retina tersebut [3].

Adapun penelitian ini akan berfokus mengenai bagaimana melakukan segmentasi pada citra retina. Segmentasi adalah proses pemrosesan gambar yang mengolah gambar asli menjadi konstituen atau objek regional. Segmentasi bertujuan untuk memisahkan setiap komponen dari gambar. Kualitas proses segmentasi akan ditentukan dari tingginya tingkat akurasi yang diperoleh. Semakin baik objek yang dikenali, semakin tinggi akurasi yang diperoleh. Salah satu hal terpenting dalam mencapai hasil segmentasi yang baik adalah hanya fokus terhadap objek yang diteliti serta mampu mengurangi *noise* yang ada disekitar objek tersebut. Pada kasus retina, fitur yang menarik perhatian adalah bagian pembuluh darah karena dapat diteliti lebih lanjut untuk mengetahui berbagai jenis penyakit. Pembuluh darah tersebut dapat disegmentasi untuk membantu para pakar biomedis dalam mendiagnosis gejala awal untuk jenis penyakit tertentu pada retina [4]. Namun, apabila hal ini hanya difokuskan pada pembuluh darah yang lebar, maka yang

akan terjadi pada pembuluh darah yang tipis cenderung menghilang dan rendah [5]. Selain itu, masih banyak karakteristik dalam penelitian sebelumnya yang membuatnya tidak cukup untuk memenuhi kebutuhan dokter spesialis mata, terutama pada tahap segmentasi, banyak pembuluh retina menghilang di ujungnya dan menjadi lebih tebal [6].

Berdasarkan hal tersebut, dalam hal ini akan dilakukan penelitian mengenai Segmentasi Pembuluh Darah pada Citra Retina dengan Metode *Neighborhood Average* menggunakan *Background Exclusion* dan *Thresholding Otsu*. Proses segmentasi ini diharapkan dapat memperoleh citra biner dari pembuluh darah pada citra retina sebagai tahap awal dalam proses lebih lanjut untuk membantu diagnosis dini berbagai penyakit pada citra retina.

1.2. Perumusan Masalah

Pendeteksian dini untuk penyakit retina dapat dilakukan melalui bagian pada pembuluh darah retina. Proses diagnosis awal pada pembuluh darah retina ini sebagai tahap lanjut bagi pihak medis dapat dilakukan dengan melakukan peningkatan serta perbaikan kualitas citra retina dengan fokus akhir pengambilan hasil segmentasi dari pembuluh darah retina tersebut berupa citra biner. Dengan fokus tersebut, akan dianalisa tingkat parameter berupa Akurasi, Sensitifitas, Speksifikasi, Presisi, dan Skor F1 yang didapat dari hasil segmentasi pembuluh darah pada citra retina menggunakan metode yang diajukan dengan membandingkannya terhadap data acuan atau *ground truth* dari para peneliti lain.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan pemulusan dari citra retina dengan tingkat variasi iluminasi yang tepat untuk kelanjutan proses yang berfokus pada pembuluh darah.
2. Mendapatkan citra biner berdasarkan hasil segmentasi pembuluh darah pada citra retina.
3. Mendapatkan dan membandingkan hasil pengukuran parameter berupa Akurasi, Sensitifitas, Speksifikasi, Presisi, dan Skor F1.

1.4. Manfaat Penelitian

Terdapat beberapa manfaat dari skripsi ini, yaitu::

1. Untuk mendapatkan objek dari hasil segmentasi pembuluh darah pada citra retina dengan perolehan citra biner berdasarkan metode *Neighborhood Average* menggunakan *Background Exclusion* dan *Thresholding Otsu*.
2. Untuk membandingkan parameter pengukuran berupa Akurasi, Sensitifitas, Speksifikasi, Presisi, dan Skor F1 untuk pembuluh darah pada citra retina.
3. Untuk memenuhi berbagai tahap lanjutan dalam diagnosis dini penyakit retina pada bidang medis dengan metode *Neighborhood Average* menggunakan *Background Exclusion* dan *Thresholding Otsu*.

1.5. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam tugas akhir ini, yaitu pada lingkup segmentasi pembuluh darah pada citra retina yang meliputi proses seperti *Grayscale*, *Gamma Correction*, *Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)*, *Neighborhood Average* menggunakan *Background Exclusion*, *Thresholding Otsu*, *Remove Small Object*, *Imcomplement*, *Median Filter*, dan *Morphology Closing*.

1.6. Sistematika Penulisan

Berikut sistematika dalam penulisan skripsi ini, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi tentang pembahasan mengenai Latar Belakang, Perumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Batasan Masalah dan Sistematika Penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang pembahasan mengenai penelitian-penelitian sebelumnya dan Dasar Teori.

BAB 3 METODOLOGI

Berisi tentang pembahasan mengenai Dataset, Kerangka Kerja, Lingkungan Hardware dan Software, serta Perancangan Sistem.

BAB 4 HASIL DAN ANALISIS

Berisi tentang pembahasan mengenai Akuisisi citra dan Dataset, Tahap Pemrograman, Pengukuran Parameter, Pembahasan dan Analisis.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi tentang Kesimpulan tugas akhir serta Saran untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Amalia Aras, T. Lestari, H. Adi Nugroho dan I. Ardiyanto, 2016. **Segmentation of retinal blood vessels for detection of diabetic retinopathy: A review.** Communications in Science and Technology. Vol. 1, no. 1, pp. 33–41.
- [2] R. Sahebrao, 2015. **Automated Diagnosis Non-proliferative Diabetic Retinopathy in Fundus Images using Support Vector Machine.** Vol. 125, no. 15, pp. 7–10.
- [3] R. Akhavan dan K. Faez, 2014. **A novel retinal blood vessel segmentation algorithm using fuzzy segmentation.** International Journal of Electrical and Computer Engineering. Vol. 4, no. 4, pp. 561–572.
- [4] M. S. Haleem, L. Han, J. Van Hemert dan B. Li, 2013. **Diagnosis : A review.** Computerized Medical Imaging and Graphics.
- [5] Erwin, Saparudin, A. C. Putri, Hidayat dan F. Hariyani, 2018. **Feature Extraction for Retina Image Based on Difference Approaches.** Computer Engineering and Applications. Vol. 7, no. 3, pp. 205–221.
- [6] Erwin dan T. Kiyatmoko, 2019. **Retinal Vessel Extraction Using Dynamic Threshold and Enhancement Image Filter From Retina Fundus.** Journal of Information Systems and Telecommunication.
- [7] J. Son, S. J. Park dan K.-H. Jung, 2017. **Retinal Vessel Segmentation in Fundoscopic Images with Generative Adversarial Networks.**
- [8] F. Uslu dan A. A. Bharath, 2018. **A multi-task network to detect junctions in retinal vasculature.** Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). Vol. 11071 LNCS, pp. 92–100.
- [9] J. Lu, Y. Xu, M. Chen dan Y. Luo, 2018. **A Coarse-to-Fine Fully Convolutional Neural Network for Fundus Vessel Segmentation.** Symmetry (Basel). Vol. 10, no. 11, p. 607.
- [10] Z. Jiang, H. Zhang, Y. Wang dan S. B. Ko, 2018. **Retinal blood vessel segmentation using fully convolutional network with transfer learning.** Computerized Medical Imaging and Graphics., vol. 68, no. July 2017, pp. 1–15.
- [11] Z. Yan, X. Yang, dan K. T. Cheng, 2018. **A Three-stage Deep Learning Model for Accurate.** IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics. Vol. PP, no. c, p. 1.
- [12] G. Tetteh, M. Rempfler, C. Zimmer dan B. H. Menze, 2017. **Deep-FExt: Deep feature extraction for vessel segmentation and centerline prediction.** Lect. Notes Comput. Sci. (including Subser. Lect. Notes Artif. Intell. Lect. Notes Bioinformatics). Vol. 10541 LNCS, pp. 344–352.
- [13] K. S. Mann dan S. Kaur, 2017. **Segmentation of retinal blood vessels using artificial neural networks for early detection of diabetic retinopathy.** AIP Conference Proceedings. Vol. 1836, June.

- [14] L. Câmara, G. L. B. Ramalho, J. F. S. Rocha, R. M. S. Veras dan F. N. S. Medeiros, 2017. **An unsupervised coarse-to-fine algorithm for blood vessel segmentation in fundus images.** Expert Systems With Applications., vol. 78, pp. 182–192.
- [15] S. Wangko dan L. B. Mata, 2010. **Histofisiologi Retina.**
- [16] A. Sharma dan S. Rani, 2016. **An Automatic Segmentation & Detection of Blood Vessels and Optic Disc in Retinal Images.** International Conference on Communication and Signal Processing. Pp. 1674–1678.
- [17] F. K. P, D. Saepudin dan A. Rizal, 2014. **Analisis Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) dan Region Growing dalam Deteksi Gejala Kanker Payudara pada Citra Mammogram.** Elektro. Vol. 9, pp. 1–14.
- [18] H. P. Singh, 2014. **Noise Reduction in Images using Enhanced Average Filter.** International Conference on Advances in Computer Engineering & Applications., pp. 25–28.
- [19] D. Saleh dan A. Mueen, 2015. **An Automated Blood Vessel Segmentation Algorithm Using Histogram Equalization and Automatic Threshold Selection.** Journal of Digital Imaging. Vol 24, pp. 564-572, no.4, August.
- [20] D. Liu dan J. Yu, 2009. **Otsu method and K-means.** Proceedings - 2009 9th International Conference on Hybrid Intelligent Systems, HIS 2009. Vol. 1, no. 2, pp. 344–349.
- [21] D.- Bremen. **Cell Segmentation With Median Filter and Mathematical Morphology Operation.** University of Bremen, Centre for Computing Technologies, Computer Graphics Group. Pp. 3–6.
- [22] J. Staal et al., 2004. **Ridge-Based Vessel Segmentation in Color Images of the Retina.** IEEE Transactions on Medical Imaging. Vol. 23, no. 4, pp. 501–509.
- [23] A. Hoover, V. Kouznetsova, dan M. Goldbaum, 2000. **Locating Blood Vessels in Retinal Images by Piecewise Threshold Probing of a Matched Filter Response.** IEEE Transactions on Medical Imaging., vol. 19, no. 3, pp. 203–210.
- [24] A. Maharjan, 2016. **Blood Vessel Segmentation from Retinal Images.** June, 88 p., 4 appendixes (18 p).