

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH  
MENGUNAKAN *2D MEDIAN FILTER* DAN *FUZZY C  
MEANS (FCM)***

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH :**

**LARAS AZRISA NURJANAH  
09011181520124**

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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SEGMENTASI PEMBULUH DARAH MENGGUNAKAN 2D  
MEDIAN FILTER DAN FUZZY C MEANS (FCM)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Strata 1

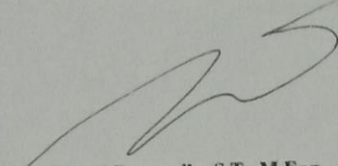
Oleh :

**LARAS AZRISA NURJANAH**  
69011181520124

Indralaya, Januari 2020

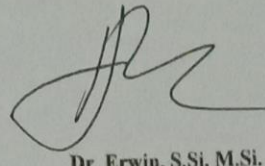
Mengetahui,

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Rossi Passarella, S.T., M.Eng.**  
NIP. 197806112010121004

**Pembimbing Tugas Akhir**



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 12 Desember 2019

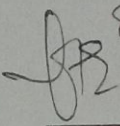
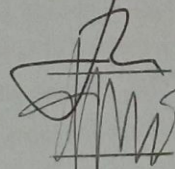
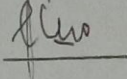
Tim Penguji :

1. Ketua : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.

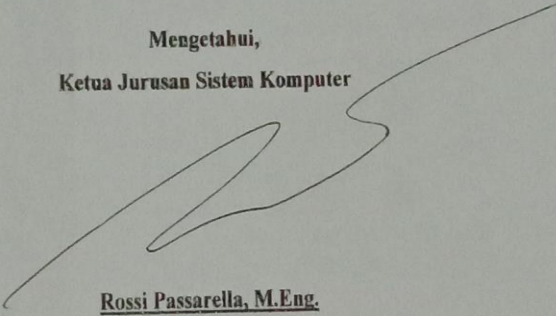
2. Sekretaris : Dr. Erwin, S.Si., M.Si.

3. Anggota I : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T

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

8/1/2020  
  
  


Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer

  
Rossi Passarella, M.Eng.  
NIP. 197806112010121004

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Laras Azrisa Nurjanah

NIM : 09011181520124

Judul : Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan *2D Median Filter* dan *Fuzzy C Means (FCM)*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 7%

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.



Indralaya, Januari 2020

Yang Menyatakan



Laras Azrisa Nurjanah  
NIM. 09011181520124

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang atas berkat, nikmat, kasih sayang serta karunia-Nya. Penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini tepat pada waktunya dengan judul **“Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan 2D Median Filter dan Fuzzy C Means (FCM)”**. Shalawat dan salam tak lupa kita junjungkan kepada Nabi kita Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam beserta keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu, memberikan ide, membimbing, dan terus mendukung penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kepada kedua orang tuaku Bapak M. Zazili dan Ibu Aan Sentiawati, adik-adikku Nurul dan Radja, serta keluarga yang telah memberikan motivasi, dukungan dan doa untuk menyelesaikan pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Rossi Passarella, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing Akademik.
4. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku pembimbing tugas akhir di jurusan Sistem Komputer.
5. Winda kurniasari, selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
6. Sahabatku Rafina, Paula, Dewy, Zerly yang telah menemani dan memberikan semangat dari dulu hingga saat ini.
7. Sahabatku MARMUT (Alya, Bican, Dea, Indah, Yurika) yang telah memberikan motivasi dan semangat selama perkuliahan dan pembuatan tugas akhir ini.
8. Teman satu kamarku Tiwi yang telah menemani dari awal masuk kuliah.

9. Teman- teman satu bimbingan yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
10. Aldo, Bukhory, Doni, Egy, Endang, Junius, Kadapi, Novit, Ravi, dan teman-teman SKB yang telah menjadi saksi perjuangan selama masa perkuliahan ini.
11. Seluruh teman-teman angkatan 2015 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.
12. Seluruh teman-teman diluar sana yang mungkin secara tidak langsung telah memberikan semangat kepada penulis.

Tiada lain harapan Penulis semoga Allah SWT membalas segala niat baik pada semua pihak yang tersebut diatas.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mohon maaf dan dengan senang hati menerima kritik dan saran untuk perbaikan kedepan. Demikian yang penulis dapat sampaikan semoga bermanfaat bagi kita semuanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Indralaya, Januari 2020

Penulis,

## **SEGMENTATION OF BLOOD VESSELS USING A 2D MEDIAN FILTER AND FUZZY C MEANS (FCM)**

**Laras Azrisa Nurjanah (09011181520124)**

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya  
University*

*Email : [larasazrisa11@gmail.com](mailto:larasazrisa11@gmail.com)*

### ***Abstract***

*Eyes are one of the most important organs in the human body, which is often experienced with interference. This eye disorder usually occurs due to damage to the blood vessel function in the retina layer, which is not diagnosed early will result in blindness. Therefore, a system is needed to diagnose the disorder. One of them is by automatically segmentation the retina blood vessels. In this research, using the 2D method of Median Filter and combination of 2D Median Filter and Fuzzy C Means (FCM) on the DRIVE data set with 20 test images. On the Median Filter 2D method get the results MSE 5.82, RMSE 2.39, and PSNR 40.62 dB with a sensitivity yield of 75.48%, specificity 97.77%, and accuracy reached 95.62%. For the combination method of 2D Median Filter and Fuzzy C Means (FCM) Get results MSE 4.26, RMSE 2.04, and PSNR 42.01 dB with a sensitivity yield of 83.25%, specificity 96.12%, and accuracy reached 94.68%.*

***Keywords:*** *Retina Image, DRIVE data set, Segmentation, Blood Vessels, 2D Median Filter, Fuzzy C Means (FCM).*

## SEGMENTASI PEMBULUH DARAH MENGGUNAKAN *2D MEDIAN FILTER* DAN *FUZZY C MEANS (FCM)*

**Laras Azrisa Nujanah (09011181520124)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : [larasazrisa11@gmail.com](mailto:larasazrisa11@gmail.com)

### **Abstrak**

Mata merupakan salah satu organ penting pada tubuh manusia, yang sering kali mengalami gangguan. Gangguan/kelainan pada mata ini biasanya terjadi karena adanya kerusakan pada fungsi pembuluh darah pada lapisan retina, yang jika tidak didiagnosis secara dini akan mengakibatkan kebutaan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem untuk mendiagnosis kelainan tersebut. Salah satunya yaitu dengan melakukan segmentasi secara otomatis pada pembuluh darah retina. Pada penelitian ini, menggunakan metode *2D Median Filter* dan kombinasi dari *2D Median Filter* dan *Fuzzy C Means (FCM)* pada dataset DRIVE dengan 20 citra test. Pada metode *2D Median Filter* mendapatkan hasil MSE 5,82, RMSE 2,39, dan PSNR 40,62 dB dengan hasil sensitivitas 75,48%, spesifisitas 97,77%, dan akurasi mencapai 95,62%. Untuk metode kombinasi dari *2D Median Filter* dan *Fuzzy C Means (FCM)* mendapatkan hasil MSE 4,26, RMSE 2,04, dan PSNR 42,01 dB dengan hasil sensitivitas 83,25%, spesifisitas 96,12%, dan akurasi mencapai 94,68%.

**Kata Kunci** : Citra Retina, dataset DRIVE, Segmentasi, Pembuluh Darah, *2D Median Filter*, *Fuzzy C Means (FCM)*.



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan dan Batasan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	2
1.3.1 Tujuan .....	2
1.3.2 Manfaat .....	2
1.4 Metodologi Penelitian .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terkait.....	5
2.2 Citra Fundus .....	6
2.3 Pengolahan Citra Digital .....	7
2.4 Kombinasi Warna Pada Citra .....	8
2.4.1 Citra RGB .....	8
2.4.2 Citra Grayscale .....	9
2.4.3 Citra Biner .....	10
2.5 Citra Complement .....	12
2.6 Contrast-Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) .....	12
2.7 Operasi Morfologi .....	14

2.7.1	Operasi Dilasi .....	14
2.7.2	Operasi Erosi .....	15
2.7.3	Operasi Opening .....	15
2.8	Region Of Interest (ROI) Selection .....	16
2.9	2D Median Filter .....	16
2.10	Fuzzy C Means (FCM) .....	18
2.11	MSE, RMSE, dan PSNR .....	21
2.12	Sensitifitas, Spesifisitas, dan Akurasi .....	22
<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>		
3.1	Pendahuluan .....	23
3.2	Dataset .....	23
3.3	Metodologi Penelitian .....	23
3.4	Perancangan Sistem Perangkat Lunak .....	24
3.5	Kerangka Kerja Penelitian .....	25
3.5.1	Akuisisi Citra .....	25
3.5.2	Pra Pemrosesan .....	26
3.5.3	Enhancement .....	27
3.5.4	Segmentasi .....	27
3.5.5	Pasca Pemrosesan .....	29
<b>BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA</b>		
4.1	Pendahuluan .....	30
4.2	Akuisisi Citra .....	30
4.3	Pra Pemrosesan .....	31
4.3.1	Konversi Citra RGB ke Green Channel .....	32
4.3.2	Konversi Citra RGB ke Grayscale .....	34
4.3.3	Konversi Citra Green Channel ke Citra Negatif (Complement) .....	35
4.4	Enhancement .....	37
4.4.1	Perbaikan Kualitas Citra Menggunakan CLAHE .....	38
4.4.2	Menghilangkan Noise dan Memperhalus Citra Menggunakan 2D Median Filter .....	41
4.5	Segmentasi .....	43

4.5.1	Menghilangkan Optik Disk Menggunakan Operasi Morfologi Open .....	44
4.5.2	Peningkatan Kontras .....	47
4.5.3	Segmentasi Menggunakan Fuzzy C Means (FCM) .....	48
4.6	Pasca Pemrosesan .....	51
4.6.1	Menghilangkan Objek Kecil Pada Citra Biner ( <i>bwareaopen</i> ) .....	52
4.6.2	ROI Selection .....	53
4.6.3	Operasi Pengurangan ( <i>bwareaopen</i> – ROI Selection) .....	55
4.7	Perhitungan Performa Hasil Segmentasi .....	57
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	66
5.2	Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>67</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>70</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Struktur citra retina .....	6
<b>Gambar 2.2.</b> Representasi warna pada citra .....	8
<b>Gambar 2.3.</b> Tingkat intensitas grayscale .....	9
<b>Gambar 2.4.</b> Citra biner .....	11
<b>Gambar 2.5.</b> Contoh operasi opening .....	16
<b>Gambar 2.6.</b> Matriks 5 x 5 .....	17
<b>Gambar 2.7.</b> Flowchart 2D median filter.....	18
<b>Gambar 2.8.</b> Flowchart fuzzy c means .....	20
<b>Gambar 3.1.</b> Metodologi Penelitian .....	24
<b>Gambar 3.2.</b> Perancangan sistem .....	24
<b>Gambar 3.3.</b> Kerangka kerja .....	25
<b>Gambar 3.4.</b> Citra 01_test DRIVE dataset .....	26
<b>Gambar 3.5.</b> Tahap pra pemrosesan .....	26
<b>Gambar 3.6.</b> Tahap enhancement .....	27
<b>Gambar 3.7.</b> Tahap segmentasi .....	28
<b>Gambar 3.8.</b> Tahap pasca pemrosesan .....	29
<b>Gambar 4.1.</b> Tampilan gui akuisisi citra .....	30
<b>Gambar 4.2.</b> Tampilan gui pra pemrosesan .....	32
<b>Gambar 4.3.</b> Konversi RGB ke grayscale .....	34
<b>Gambar 4.4.</b> Konversi green channel ke complement .....	36
<b>Gambar 4.5.</b> Perbandingan hasil segmentasi dengan dan tanpa citra negatif ...	36
<b>Gambar 4.6.</b> Tampilan gui enhancement .....	38
<b>Gambar 4.7.</b> Perbaikan kualitas citra dengan CLAHE .....	38
<b>Gambar 4.8.</b> Perbandingan histogram citra sebelum dan setelah menggunakan CLAHE .....	39
<b>Gambar 4.9.</b> Filtering citra menggunakan 2D median filter .....	41
<b>Gambar 4.10.</b> Tampilan gui enhancement .....	44
<b>Gambar 4.11.</b> Proses penghilangan optik disk .....	45
<b>Gambar 4.12.</b> Proses peningkatan kontras .....	48
<b>Gambar 4.13.</b> Proses segmentasi menggunakan FCM .....	48

<b>Gambar 4.14.</b> Tampilan gui enhancement .....	52
<b>Gambar 4.15.</b> Proses <i>bwareaopen</i> .....	52
<b>Gambar 4.16.</b> Proses pembuatan binary mask .....	54
<b>Gambar 4.17.</b> Proses penghilangan garis tepi .....	55
<b>Gambar 4.18.</b> Tampilan gui performa .....	57
<b>Gambar 4.19.</b> (a) Grafik nilai akurasi 2D median filter .....	58
<b>Gambar 4.19.</b> (b) Grafik nilai mse 2D median filter .....	58
<b>Gambar 4.20.</b> (a) Grafik nilai akurasi 2D median filter + fcm .....	59
<b>Gambar 4.20.</b> (b) Grafik nilai mse 2D median filter + fcm.....	59

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1</b> Citra test pada dataset DRIVE .....	31
<b>Tabel 4.2</b> Perbandingan masing-masing kanal .....	32
<b>Tabel 4.3</b> Hasil segmentasi pada citra test dataset DRIVE .....	56
<b>Tabel 4.4</b> Hasil performa segmentasi pembuluh darah pada metode 2D Median Filter .....	57
<b>Tabel 4.5</b> Hasil performa segmentasi pembuluh darah pada metode 2D Median Filter + FCM .....	59
<b>Tabel 4.6</b> Hasil performa segmentasi pembuluh darah pada dataset DRIVE .....	61
<b>Tabel 4.7</b> Perbandingan hasil segmentasi pembuluh darah pada dataset DRIVE .....	64

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Hasil Menghilangkan Noise Dengan 2D Median Filter .....	71
<b>Lampiran 2.</b> Hasil Segmentasi Pembuluh Darah Pada 20 Citra Dataset DRIVE	78
<b>Lampiran 3.</b> Berkas Tugas Akhir .....	88
<b>Lampiran 4.</b> Source Code .....	92

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Mata merupakan salah satu organ terpenting dalam tubuh manusia. Faktor lingkungan dan genetik sering kali dapat menyebabkan cacat pada struktur mata yang mengakibatkan terjadinya kelainan dan gangguan visual pada mata. Kelainan pada mata ini sering kali terjadi karena adanya kerusakan fungsi pembuluh darah pada lapisan retina [1]. Oleh karena itu, untuk melihat kelainan tersebut dibutuhkan citra retina yang diambil menggunakan kamera fundus. Citra retina tersebut digunakan untuk mendiagnosis kelainan pada pembuluh darah dengan cara melakukan segmentasi secara otomatis pada pembuluh darah retina [2]. Segmentasi otomatis pada pembuluh darah retina merupakan langkah pertama dalam pengembangan sistem diagnosis berbasis komputer [3]. Dengan melakukan segmentasi secara otomatis, dapat mengurangi biaya dan waktu, serta dapat mengurangi ketidakkonsistenan pada saat melakukan penilaian manual.

Segmentasi pada pembuluh darah retina ini dapat memberikan informasi penting untuk diagnosis, perawatan, dan evaluasi berbagai penyakit *kardiovaskular* dan *oftalmologis* seperti hipertensi, diabetes dan arteriosklerosis [4]. Terdapat penelitian sebelumnya yang telah melakukan segmentasi pembuluh darah retina menggunakan metode *Otsu Thresholding* [5]. Penelitian tersebut mendapatkan hasil akurasi 94,44%, tetapi pembuluh darah yang tersegmentasi masih belum maksimal sehingga hasil sensitivitas pada penelitian tersebut masih kecil yaitu 56,64%.

Berdasarkan permasalahan diatas, maka pada penelitian ini akan menggunakan metode *2D Median Filter* dan *Fuzzy C Means* (FCM) agar mendapatkan hasil yang lebih baik. *2D Median Filter* merupakan salah satu teknik *filtering* citra untuk menghilangkan noise atau bintik putih pada citra sehingga dapat membuat citra menjadi lebih halus. Filter ini merupakan suatu teknik *filtering* citra yang paling efektif dalam penghilangan noise, seperti pada penelitian [6] mendapatkan nilai PSNR sebesar 68,40 dB dalam menghilangkan noise pada citra Synthetic Aperture Radar (SAR). Metode FCM juga merupakan



salah satu metode segmentasi yang baik dan paling sering digunakan. Seperti pada penelitian [7] mendapatkan hasil akurasi sebesar 98,95% dari penerapan metode FCM untuk melakukan segmentasi pada citra paru-paru. FCM merupakan algoritma pengelompokan tanpa pengawasan yang telah diterapkan pada berbagai masalah, termasuk analisis fitur, pengelompokan, dan desain pengklasifikasi. Oleh karena itu, judul yang diambil pada tugas akhir ini adalah **“Segmentasi Pembuluh Darah Menggunakan 2D Median Filter dan Fuzzy C Means (FCM)”**.

## **1.2 Perumusan dan Batasan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana cara segmentasi pembuluh darah menggunakan *2D median filter* dan *fuzzy c means*. Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu hanya membahas tentang segmentasi pembuluh darah, menggunakan dataset DRIVE, dan untuk mengetahui performa sistem yang dirancang, dilihat dari nilai parameter *MSE*, *RMSE*, dan *PSNR* serta dilihat juga dari hasil *sensitifitas*, *spesifisitas*, dan *akurasi*.

## **1.3 Tujuan dan Manfaat**

### **1.3.1 Tujuan**

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem segmentasi pembuluh darah retina secara otomatis.
2. Mengimplementasikan metode *2D median filter* dan *fuzzy c means* untuk segmentasi pembuluh darah.

### **1.3.2 Manfaat**

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat membantu dokter secara otomatis untuk diagnosis penyakit pada retina mata dengan cepat.
2. Dapat mengimplementasikan metode *2D median filter* dan *fuzzy c means* untuk segmentasi pembuluh darah.

#### 1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi yang akan digunakan dalam penelitian akan melewati beberapa tahap berikut ini :

1. Metode Studi Pustaka dan Literature

Pada tahap ini penulis melakukan studi pustaka dengan mencari serta mengumpulkan berbagai sumber referensi berupa *literature* yang terdapat pada buku, *internet* maupun sumber lainnya tentang “segmentasi pembuluh darah menggunakan *2D median filter* dan *fuzzy c means*”.

2. Metode Konsultasi

Pada tahap ini penulis melakukan konsultasi dengan orang – orang yang memiliki pengetahuan dan pengalaman terhadap permasalahan didalam tugas akhir yang dibuat oleh penulis.

3. Metode Perancangan Sistem

Pada tahap ini penulis melakukan perancangan terhadap sistem untuk melakukan segmentasi pembuluh darah.

4. Metode Pengujian

Pada tahap ini penulis melakukan pengujian terhadap rancangan sistem yang dibuat apakah sistem dapat menghasilkan nilai keakuratan yang tepat atau tidak.

5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada tahap ini penulis melakukan analisis dari pengujian sistem dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan dari hasil penelitian tugas akhir, sehingga pengujian dapat disimpulkan dan digunakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini di buat sistematika penelitan agar mempermudah dalam proses penyusunan dan memperjelas isi dari setiap bab sebagai berikut :

**BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Berisi tentang penjelasan teori sebagai sumber yang dapat digunakan dalam memahami mekanisme sistem.

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Berisi tentang perancangan sistem secara garis besar yang meliputi *hardware* dan *software* secara keseluruhan. Mencakup tahapan penelitian, desain perangkat, serta metode pengujian sistem.

**BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA**

Berisi tentang pembahasan mengenai mekanisme sistem dalam penelitian, hasil pengujian sistem beserta analisa dari hasil pengujian.

**BAB V KESIMPULAN**

Berisi kesimpulan hasil pengujian. Mencakup jawaban atas permasalahan dalam penelitian dan intisari dari BAB IV.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. U. Akram, A. Atzaz, S. F. Aneeque, and S. A. Khan, "Blood vessel enhancement and segmentation using wavelet transform," *Int. Conf. Digit. Image Process. ICDIP 2009*, pp. 34–38, 2009.
- [2] P. Bmr and J. B. Raja, "Automated Blood Vessel Segmentation in Retinal Image," *Int. J. Eng. Comput. Sci.*, vol. 3, no. 5, pp. 5886–5890, 2014.
- [3] 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.
- [4] A. M. Mendonça and A. Campilho, "Segmentation of Retinal Blood Vessels by Combining the Detection of Centerlines and Morphological Reconstruction," *IEEE Trans. Med. Imaging*, vol. 25, no. 9, pp. 1200–1213, 2006.
- [5] Q. Al' Afwa, "Segmentasi Pembuluh Darah Retina Menggunakan Metode Otsu Thresholding," 2019.
- [6] E. Niharika, H. Adeeba, A. S. R. Krishna, and P. Yugander, "K-means based Noisy SAR Image Segmentation using Median Filtering and Otsu Method," *IEEE Int. Conf. IoT its Appl. ICIOT 2017*, pp. 3–6, 2017.
- [7] E. E. Nithila and S. S. Kumar, "Segmentation of Lung Nodule in CT Data Using Active Contour Model and Fuzzy C-mean clustering," *Alexandria Eng. J.*, vol. 55, no. 3, pp. 2583–2588, 2016.
- [8] M. Nergiz and M. Akin, "Retinal Vessel Segmentation via Structure Tensor Coloring and Anisotropy Enhancement," *Symmetry (Basel)*, vol. 9, no. 11, pp. 1–18, 2017.
- [9] F. Farokhian, C. Yang, H. Demirel, S. Wu, and I. Beheshti, "Automatic Parameters Selection of Gabor Filters with the Imperialism Competitive Algorithm with Application to Retinal Vessel Segmentation," *Biocybern. Biomed. Eng.*, vol. 37, no. 1, pp. 246–254, 2017.
- [10] R. Kushol, M. H. Kabir, M. S. Salekin, and A. B. M. Ashikur Rahman, "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.
- [11] A. Ali, W. M. Diyana, and A. Hussain, “Blood Vessel Segmentation from Color Retinal Images Using K-Means Clustering and 2D Gabor Wavelet,” *Appl. Physics, Syst. Sci. Comput.*, vol. 428, pp. 221–227, 2018.
- [12] F. Farokhian and H. Demirel, “Fast Detection and Segmentation in Retinal Blood Vessels using Gabor Filters,” *2014 IEEE 22nd Signal Process. Commun. Appl. Conf.*, pp. 1507–1511, 2014.
- [13] D. Sinta, “Segmentasi Pembuluh Darah Retina Menggunakan Adaptive Thresholding dan Operasi Morfologi,” 2019.
- [14] S. Akbar, M. Sharif, M. U. Akram, T. Saba, T. Mahmood, and M. Kolivand, “Automated Techniques for Blood Vessels Segmentation Through Fundus Retinal Images: A review,” *Microsc. Res. Tech.*, vol. 82, no. 2, pp. 1–18, 2019.
- [15] R. Geetharamani and L. Balasubramanian, “Retinal Blood Vessel Segmentation Employing Image Processing and Data Mining Techniques for Computerized Retinal Image Analysis,” *Biocybern. Biomed. Eng.*, vol. 36, no. 1, pp. 102–118, 2016.
- [16] H. Aguirre-Ramos, J. G. Avina-Cervantes, I. Cruz-Aceves, J. Ruiz-Pinales, and S. Ledesma, “Blood Vessel Segmentation in Retinal Fundus Images Using Gabor Filters, Fractional Derivatives, and Expectation Maximization,” *Appl. Math. Comput.*, vol. 339, pp. 568–587, 2018.
- [17] O. MARQUES, *Practical Image and Video Processing Using Matlab* ®. 2011.
- [18] M. H. Purnomo and A. Muntasa, *Konsep Pengolahan Citra Digital dan Ekstraksi Fitur*. 2010.
- [19] E. Prasetyo, *Pengolahan Citra Digital dan Aplikasinya Menggunakan Matlab*. 2011.
- [20] N. Kharel, A. Alsadoon, P. W. C. Prasad, and A. Elchouemi, “Early Diagnosis of Breast Cancer Using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) and Morphology methods,” *2017 8th Int. Conf. Inf. Commun. Syst. ICICS 2017*, pp. 120–124, 2017.

- [21] J. Ma, X. Fan, S. X. Yang, X. Zhang, and X. Zhu, “Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization Based Fusion for Underwater Image Enhancement,” pp. 1–27, 2017.
- [22] A. Kulkarni, S. Rangaswamy, and M. S, “Comparative Study of Major Image Enhancement Algorithms,” *Eur. J. Eng. Res. Sci.*, vol. 2, no. 7, p. 23, 2017.
- [23] K. Umam and B. S. Negara, “Deteksi Obyek Manusia Pada Basis Data Video Menggunakan Metode Background Subtraction Dan Operasi Morfologi,” *J. CoreIT J. Has. Penelit. Ilmu Komput. dan Teknol. Inf.*, vol. 2, no. 2, p. 31, 2016.
- [24] Image Science Institute, “Digital Retinal Images for Vessel Extraction,” <https://www.isi.uu.nl/Research/Databases/DRIVE/>, 2012. .