

**DETEKSI EKSUDAT PADA RETINA DENGAN PENYAKIT  
DIABETES SECARA SEGMENTASI MENGGUNAKAN  
*ADAPTIVE THRESHOLDING***

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH:**

**YENI LARASWATI**

**09011181520029**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER**

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Deteksi eksudat pada retina dengan penyakit diabetes secara  
segmentasi menggunakan *adaptive thresholding***

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh :


**YENI LARASWATI  
09011181520029**

**Indralaya, November 2019**

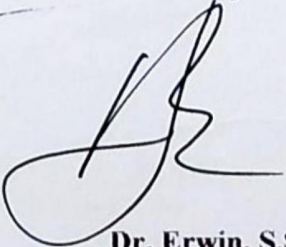
**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

**Pembimbing Tugas Akhir**



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



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

## HALAMAN PERSETUJUAN

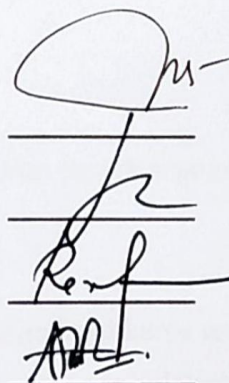
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jum'at

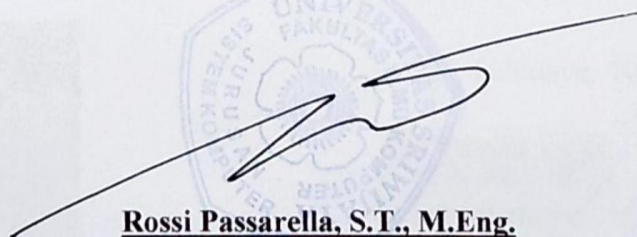
Tanggal : 08 November 2019

### Tim Penguji :

1. Ketua : Kemahyanto Exaudi, M.T.
2. Sekretaris : Dr. Erwin, S.Si., M.Si.
3. Anggota I : Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T.
4. Anggota II : Aditya Putra Perdana P, M.T.



Mengetahui  
Ketua Jurusan Sistem Komputer



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



## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Yeni Laraswati

NIM : 09011181520029

Judul : Deteksi eksudat pada retina dengan penyakit diabetes secara *segmentasi* menggunakan *adaptive thresholding*

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, November 2019



Yeni Laraswati

## **Detection of Exudate in Retina with Diabetes Segmentation Using Adaptive Thresholding**

**Yeni Laraswati (09011181520029)**

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

*Email : yenilaraswati566@gmail.com*

### ***Abstract***

The retina is a thin layer located on the back of the eyeball. Retinal disease is a disorder or disorder that occurs in the eye that can adversely affect one's vision so that over time will experience blindness. One feature of the disease in the retina is characterized by the appearance of exudates. An exudate is a dots or dots of various sizes and shapes that look clear yellowish with high enough contrast. In this final project research the authors conducted an exudate detection study using Adaptive Thresholding as a step to diagnose retinal disease. In the process through several stages such as RGB image converted to Grayscale, image quality improvement using Clahe, contrast equalization using *imagust* functions, after leveling the next step smoothes the image with a median filter, deletion of Optic Disk using *mesgrid* and *CHT* and for the detection process of exudate using Adaptive Thresholding in a manner segmentation. In this study the authors used the STARE dataset to get the performance results of the accuracy value of 93.25%, specificity of 93.95% and sensitivity of 80.56%.

**Keywords:** *Exudate Segmentation, Exudate Detection, Retina Image, Optic Disk, Adaptive Thresholding.*

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

**Pembimbing Tugas Akhir**

**Rossi Passarella, S.T., M.Eng.**  
**NIP. 19780611 201012 1 004**

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



# Deteksi Eksudat Pada Retina Dengan Penyakit Diabetes Secara Segmentasi Menggunakan *Adaptive Thresholding*

Yeni Laraswati (09011181520029)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : yenilaraswati566@gmail.com


## Abstrak

Retina merupakan lapisan tipis yang terletak dibagian belakang bola mata. Penyakit pada retina merupakan kelainan atau gangguan yang terjadi didalam mata yang dapat berpengaruh buruk terhadap pengelihatian seseorang sehingga lama kelamaan akan mengalami kebutaan. Salah satu ciri penyakit pada retina ditandai dengan munculnya eksudat. Eksudat merupakan suatu bintik-bintik atau titik dengan berbagai ukuran dan bentuk yang terlihat bening kekuningan-kuningan dengan kontras yang cukup tinggi. Dalam penelitian tugas akhir ini penulis melakukan penelitian deteksi eksudat menggunakan *Adaptive Thresholding* sebagai langkah untuk mendiagnosa penyakit retina. Dalam prosesnya melalui beberapa tahapan seperti citra RGB dikonversi menjadi *Grayscale*, peningkatan kualitas citra menggunakan *Clahe*, pemerataan kontras menggunakan fungsi *imajust*, setelah diratakan langkah selanjutnya menghaluskan citra dengan median filter, penghapusan Optic Disk menggunakan mesgrid dan CHT dan untuk proses deteksi eksudat menggunakan *Adaptive Thresholding* secara segmentasi. Pada penelitian ini penulis menggunakan dataset *STARE* dengan mendapatkan hasil performa nilai akurasi 93,25%, spesifitas 93,95% dan sensitifitas 80,56%.

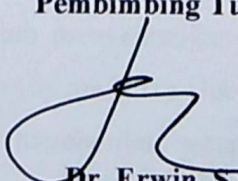
**Kata kunci** : Segmentasi Eksudat, Deteksi Eksudat, Citra Retina, Optic Disk, *Adaptive Thresholding*.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

  
Rossi Passarella, S.T., M.Eng.  
NIP. 19780611 201012 1 004

Pembimbing Tugas Akhir

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

## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis persembahkan kehadiran Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul **“DETEKSI EKSUDAT PADA RETINA DENGAN PENYAKIT DIABETES SECARA SEGMENTASI MENGGUNAKAN *ADAPTIVE THRESHOLDING*”**.

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

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Penulisan tugas akhir ini berjalan dengan lancar.
2. Orang tuaku, Bapak Rajab dan Ibu Maryati Serta Ayukku Septi Nawati yang telah memberikan Motivasi dan Semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Bapak Rossi Passarella M. Eng sebagai Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Erwin, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah bekeanan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
6. Bapak Dr. Reza Firsandaya Malik, M.T sebagai Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Sistem Komputer.
7. Mbak Winda Kurnia Sari, selaku admin jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
8. Teman-teman Seperjuangan saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini , Heta Utari, Dwi Sinta, Rahmadilla dan Ghiena Rifka Utami.
9. Sahabatku Juwita Indah Sari yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam mengerjakan tugas akhir ini.

10. Jurusan Sistem Komputer Reguler kelas A angkatan 2015 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu

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

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu untuk segala saran dan kritik sangatlah penting sebagai bahan acuan dan perbaikan bagi penulis dalam menyempurnakan laporan tugas akhir ini

Indralaya, November 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</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>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan dan Batasan Masalah .....	2
1.2.1. Rumusan Masalah .....	2
1.2.2. Batasan Masalah .....	3
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
1.3.1. Tujuan Penelitian .....	3
1.3.2. Manfaat Penelitian .....	3
1.4. Metodologi Penelitian .....	4
1.5. Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Terdahulu .....	6
2.2. Struktur Bagian Mata .....	8
2.3. Retina .....	8

2.4. <i>Diabetik Retinopati (DR)</i> .....	9
2.5. Eksudat .....	9
2.6. Dataset STARE .....	9
2.7. Citra Digital.....	10
2.8. Citra <i>Grayscale</i> .....	10
2.9. Operasi Pengolahan Citra Digital .....	11
2.10. <i>Contras Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i> .....	11
2.11. Median Filter .....	12
2.12. Eliminasi Optic Disk .....	12
2.13. Segmentasi .....	13
2.13. <i>Adaptive Thresholding</i> .....	14
2.14. <i>Confusion Matriks</i> .....	14
<b>BAB III. METODOLOGI</b>	
3.1. Pendahuluan .....	16
3.2. Kerangka Kerja Penelitian .....	16
3.3. Perancangan Sistem .....	18
3.3.1. Akuisisi Citra .....	19
3.3.1.1. Input Citra .....	19
3.3.2. Pra-pengolahan Citra.....	19
3.3.2.1. Konversi RGB ke Grayscale .....	20
3.3.2.2. Peningkatan Kualitas Citra .....	22
3.3.2.3. Pemerataan Kontras .....	24
3.3.2.4. Median Filter.....	24
3.3.3. Pendeteksi Eksudat .....	28
3.3.3.1. <i>Eliminasi Optic Disk</i> .....	28
3.3.2.1. Deteksi Eksudat.....	29
<b>BAB IV. HASIL DAN ANALISIS</b>	
4.1. Pendahuluan .....	32
4.2. Akuisisi Dataset .....	32

4.2.1. Dataset STARE .....	32
4.3. Tahap Pemograman .....	33
4.3.1. Input Citra .....	34
4.4. Pra Pengolahan Citra.....	34
4.4.1. Konversi RGB ke <i>Grayscale</i> .....	34
4.4.2. Peningkatan Kualitas Citra .....	35
4.4.3. Pemerataan Kontras Citra .....	35
4.4.4. Median Filter .....	36
4.5. Proses Deteksi Eksudat .....	36
4.5.1. <i>Eliminasi Optic Disk</i> .....	36
4.5.2. Deteksi Eksudat .....	37
4.6. Perhitungan <i>Confusion Matriks</i> .....	38
4.7. Perbandingan Hasil Olah dan Dataset .....	41
4.8. Pembahasan dan Analisa .....	45
<b>BAB V. KESIMPULAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	47
5.2. Saran .....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>48</b>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Struktur bagian mata .....	8
<b>Gambar 2.2.</b> Eksudat pada retina .....	9
<b>Gambar 2.3.</b> Palet <i>grayscale</i> .....	11
<b>Gambar 2.4.</b> Ilustrasi lingkaran pada <i>optic disk</i> .....	13
<b>Gambar 3.1.</b> Kerangka kerja penelitian .....	17
<b>Gambar 3.2.</b> Perancangan sistem deteksi eksudat .....	18
<b>Gambar 3.3.</b> Tahapan proses Konversi RGB ke <i>grayscale</i> .....	20
<b>Gambar 3.4.</b> Tahapan proses peningkatan kualitas citra .....	22
<b>Gambar 3.5.</b> Nilai matriks citra 4x4 .....	23
<b>Gambar 3.6.</b> Hasil peningkatan kualitas citra .....	23
<b>Gambar 3.7.</b> Tahapan proses pemerataan kontras citra .....	24
<b>Gambar 3.8.</b> Tahapan dari proses median filter.....	25
<b>Gambar 3.9.</b> Tahapan proses <i>eliminasi optic disk</i> .....	28
<b>Gambar 3.10.</b> Tahapan proses deteksi eksudat.....	30
<b>Gambar 4.1.</b> Tampilan keseluruhan pada Gui .....	33
<b>Gambar 4.2.</b> Input citra .....	34
<b>Gambar 4.3.</b> Konversi RGB ke <i>grayscale</i> .....	34
<b>Gambar 4.4.</b> Peningkatan kualitas citra .....	35
<b>Gambar 4.5.</b> Pemerataan kontras.....	35
<b>Gambar 4.6.</b> Median filter .....	36
<b>Gambar 4.7.</b> <i>Eliminasi optic disk</i> .....	36
<b>Gambar 4.8.</b> Deteksi eksudat.....	37
<b>Gambar 4.9.</b> Keseluruhan hasil proses pendeteksi eksudat pada citra retina .....	37

<b>Gambar 4.10.</b> Contoh gambar <i>groundtruth</i> citra ukuran 4x4 .....	38
<b>Gambar 4.11.</b> Contoh gambar hasil olah citra ukuran 4x4 .....	39

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1.</b> Beberapa metode penelitian pada pendeteksi eksudat memiliki Kelebihan dan kelemahan .....	7
<b>Tabel 2.2.</b> Structure region size .....	12
<b>Tabel 3.1.</b> Nilai RGB citra 3x3.....	21
<b>Tabel 3.2.</b> Hasil nilai piksel pada citra <i>grayscale</i> .....	22
<b>Tabel 3.3.</b> Proses peningkatan kualitas citra .....	23
<b>Tabel 3.4.</b> Matriks median filter untuk ukuran 6x6 .....	25
<b>Tabel 3.5.</b> Hasil pada mask pertama .....	26
<b>Tabel 3.6.</b> Hasil pada mask kedua .....	27
<b>Tabel 3.7.</b> Hasil pada mask keseluruhan .....	27
<b>Tabel 3.8.</b> Ukuran matriks 6x6 .....	30
<b>Tabel 3.9.</b> Hasil <i>Adaptive Thresholding</i> .....	32
<b>Tabel 4.1.</b> Dataset STARE citra retina .....	33
<b>Tabel 4.2.</b> Hasil olah STARE pada penelitian sebelumnya .....	41
<b>Tabel 4.3.</b> Hasil olah STARE pada penelitian yang dilakukan .....	42
<b>Tabel 4.4.</b> Perbandingan hasil sensitivitas, spesifisitas dan akurasi .....	46



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Mata adalah organ penting bagi penglihatan manusia. Didalam mata terdiri atas beberapa lapisan salah satunya retina. Retina merupakan lapisan tipis yang terletak dibagian belakang bola mata. Penyakit pada retina merupakan kelainan atau gangguan retina yang terjadi didalam mata yang dapat berpengaruh buruk terhadap penglihatan mata sehingga lama kelamaan akan mengalami kebutaan, hal ini juga terjadi pada penderita diabetes melitus yang berhubungan dengan mata ialah diabetic retinopathy[1]. Diabetic Retinopathy merupakan suatu komplikasi yang terjadi karena adanya kerusakan pada pembuluh darah retina[2].

Diabetic retinopathy ini pada umumnya memiliki 2 tingkatan yaitu tingkat pertama disebut dengan *non proliferasi diabetik retinopati (NPDR)* yang ditandai dengan kelainan microaneurysm dan exudate. Pada tingkat kedua yaitu *proliferasi diabetik retinopati (PDR)* ditandai dengan adanya *neovaskularisasi*, perdarahan vitreus, *proliferasi fibrovaskuler* dan dapat juga terjadi komplikasi ablasio retina [3]. Pada penelitian tugas akhir ini penulis meneliti tingkat pertama yakni *non proliferasi diabetik retinopati (NPDR)* yang ditandai dengan kelainan eksudat.

Eksudat adalah suatu bintik-bintik atau titik dengan berbagai ukuran dan bentuk yang terlihat bening kekuningan-kuningan dengan kontras yang cukup tinggi [4][5]. Untuk dapat mendeteksi eksudat terlebih dahulu melakukan penghapusan optic disk,

karena optic disk memiliki tingkat kontras hampir sama dengan eksudat. Penghapusan *optic disk* merupakan langkah yang sangat penting dalam menganalisa deteksi eksudat pada citra[6]. Teknik penghapusan *optic disk* ini harus memastikan posisi lingkaran *optic disk* agar tepat sehingga kontras yang tinggi tertutupi[7].

Beberapa penelitian yang telah digunakan sebelumnya untuk mendeteksi eksudat mengenai penyakit diabetik retinopathy yaitu menggunakan metode HSV [4] pada proses segmentasi banyak yang salah tafsir dalam penentuan antara daerah optik disk dan eksudate, keduanya memiliki kesamaan warna. Pada penelitian selanjutnya [8] menggunakan metode SURF mendapatkan akurasi yang cukup tinggi. Namun metode Lifting wavelet Transform (LWT) dan Support Vector Mesin(SVM)[9] pada metode ini Masih membutuhkan kualitas deteksi eksudat yang baik sehingga dapat mendeteksi eksudat secara tepat.

Berdasarkan beberapa metode yang telah dijelaskan diatas penulis mengajukan metode deteksi eksudat pada retina dengan penyakit diabetes secara segmentasi menggunakan *adaptive thresholding*. Dengan metode ini dapat mendeteksi daerah eksudat dengan baik dan dapat melakukan langkah selanjutnya dalam mendiagnosa penyakit retina.

## **1.2. Rumusan Masalah dan Batasan Masalah**

### **1.2.1. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian tugas akhir ini ialah bagaimana menerapkan atau mengimplementasikan dengan menggunakan metode *adaptive thresholding* untuk mendeteksi eksudat secara segmentasi dengan tepat.

### **1.2.2. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Dataset yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini ialah dataset STARE.
2. Penelitian tugas akhir ini mengenai deteksi eksudat secara segmentasi meliputi tahapan seperti Konversi RGB ke Grayscale, Peningkatan Kontras Citra, Pemerataan Kontras, Median Filter, *Eliminasi Optic Disk*, Deteksi menggunakan *Adaptive Thresholding*.

### **1.2. Tujuan dan Manfaat pada Penelitian**

Berikut merupakan tujuan dan manfaat pada penelitian tugas akhir :

#### **1.3.1. Tujuan Penelitian**

- a. Dapat mendeteksi eksudat pada penyakit diabetic retinopathy dengan metode *Adaptive Thresholding*
- b. Mengetahui tingkat akurasi, spesifisitas dan sensitivitas pada metode *Adaptive Thresholding* dalam deteksi eksudat secara segmentasi yang diambil melalui dataset STARE
- c. Meningkatkan akurasi, spesifisitas dan sensitivitas pada penelitian sebelumnya dengan metode *Adaptive Thresholding* dalam deteksi eksudat secara segmentasi

#### **1.3.2. Manfaat Penelitian**

- a. Mampu memberikan informasi kepada berbagai kalangan disiplin ilmu di bidang medis yang sedang meneliti
- b. Dapat menerapkan metode *Adaptive Thresholding* untuk mendeteksi eksudat secara segmentasi pada penyakit diabetes.



### **1.3. Metodologi Penelitian**

Beberapa metodologi penelitian yang dipakai pada penelitian ini ialah sebagai berikut :

#### 1. Metode Studi Pustaka Literatur Review

Metode studi pustaka literatur review ini akan dilakukan deteksi eksudat dengan menggunakan metode *Adaptive Thresholding* yang dilakukan dengan cara mencari berbagai referensi seperti jurnal, internet, dan dan lain-lain untuk menyelesaikan tugas akhir tersebut.

#### 2. Metode Konsultasi

Metode konsultasi peneliti melakukan tanya jawab dengan orang-orang yang memiliki pengetahuan serta wawasan yang luas dalam mengatasi permasalahan yang ditemui pada penulis tugas akhir tersebut.

#### 3. Metode Perancangan dan pembuatan Sistem

Metod perncangan sistem dipakai untuk mendeteksi eksudat dengan metode *Adaptive Thresholding* sebagai ciri awal penyakit retina menggunakan bahasa matlab.

#### 4. Metode Pengumpulan data

Dalam metode pengumpulan data ini, penulis dapat mengambil data citra retina yang sudah tersedia melalui dataset STARE.

#### 5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada metode ini penulis melakukan hasil dari pengujian yang akan dianalisa kelebihan dan kelemahannya sehingga dapat ditarik kesimpulan .

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

## **BAB I. PENDAHULUAN**

Bab I pendahuluan penulis dapat menjelaskan tentang latar belakang, rumusan dan batasan masalah, tujuan penelitian dan manfaat penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

## **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab II tinjauan pustaka berisikan tentang penjelasan landasan teori seperti menjelaskan penelitian sebelumnya, bagian-bagian dalam mata yang terkena penyakit *Diabetic Retinophy*, pengolahan citra digital, serta metode yang dipakai dalam pokok permasalahan yang diangkat dalam penelitian tugas akhir.

## **BAB III. METODELOGI PENELITIAN**

Bab III ini akan menganalisa dan perancangan sistem pendeteksi eksudat secara segmentasi pada *Diabetic Retinophy* menggunakan metode *Adaptive Thresholding* untuk mendeteksi eksudat.

## **BAB IV. HASIL DAN ANALISA**

Bab IV hasil dan analisa berisi proses pengimplementasian pada perangkat lunak dengan metode *Adaptive Thresholding* dari pendeteksi eksudat secara segmentasi.

## **BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab V kesimpulan dan saran berisi kesimpulan serta saran dalam penelitian tugas akhir ini .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Joshi and P. T. Karule, “**Detection of Hard Exudates Based on Morphological Feature Extraction,**” vol. 11, no. 1, pp. 215–225, 2018.
- [2] A. Kaur and P. Kaur, “**A Comparative Study of Various Exudate Segmentation Techniques for Diagnosis of Diabetic Retinopathy,**” vol. 6, no. 1, pp. 142–146, 2016.
- [3] R. A. Welikala, M. M. Fraz, T. H. Williamson, and S. A. Barman, “**The automated detection of proliferative diabetic retinopathy using dual ensemble classification,**” vol. 2, no. 2, pp. 72–89, 2015.
- [4] D. Tri, S. Madenda, and R. R., “**An Approach to Exudates Detection using Color Reference Segmentation in Retinal Fundus Image,**” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 146, no. 2, pp. 25–29, 2016.
- [5] A. Sopharak, B. Uyyanonvara, S. Barman, and T. H. Williamson, “**Automatic detection of diabetic retinopathy exudates from non-dilated retinal images using mathematical morphology methods,**” vol. 32, pp. 720–727, 2008.
- [6] M. N. Reza, “**Automatic detection of optic disc in color fundus retinal images using circle operator,**” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 45, pp. 274–283, 2018.
- [7] H. S. Alghamdi, H. L. Tang, S. A. Waheeb, and T. Peto, “**Automatic Optic Disc Abnormality Detection in Fundus Images: A Deep Learning Approach,**” pp. 17–24, 2016.
- [8] M. Islam, A. V. Dinh, and K. A. Wahid, “**Automated Diabetic Retinopathy Detection Using Bag of Words Approach,**” *J. Biomed. Sci. Eng.*, vol. 10, no.

- 5, pp. 86–96, 2017.
- [9] A. Benzamin and C. Chakraborty, “**Detection of Hard Exudates in Retinal Fundus Images Using Deep Learning**,” *Detect. Hard Exudates Retin. Fundus Images Using Deep Learn.*, pp. 1–5, 2015.
- [10] M. M. Fraz, W. Jahangir, S. Zahid, M. M. Hamayun, and S. A. Barman, “**Multiscale Segmentation of Exudates in Retinal Images using Contextual Cues and Ensemble Classification**,” vol. 35, pp. 50–62, 2017.
- [11] R. D. Atmaja, F. Teknik, U. Telkom, D. Citra, M. Filter, and M. Operation, “**Segmentasi Pembuluh Darah Pada Fundus Retina Menggunakan Matched Filter Dan Operasi Morfologi Segmentation Of Blood Vessels In The Retina Fundus Using Matched Filter And Morphology Operation**,” vol. 4, no. 2, pp. 1661–1668, 2017.
- [12] M. Oliveira, R. Mano, C. Alberto, and B. Silva, “**Retinal Vessel Segmentation based on Fully Convolutional Neural Networks**,” *Retin. Vessel Segmentation based Fully Convolutional Neural Networks Am*’, vol. 112, pp. 229–242, 2018.
- [13] L. Seoud, T. Hurtut, J. Chelbi, F. Cheriet, and J. M. P. Langlois, “**Red Lesion Detection Using Dynamic Shape Features for Diabetic Retinopathy Screening**,” vol. 35, no. 4, pp. 1116–1126, 2016.
- [14] T. Walter, J. Klein, P. Massin, and A. Erginay, “**A Contribution of Image Processing to the Diagnosis of Diabetic Retinopathy — Detection of Exudates in Color Fundus Images of the Human Retina**,” vol. 21, no. 10, pp. 1236–1243, 2002.
- [15] S. Aulia, S. Hadiyoso, and D. N. Ramadan, “**Analisis Perbandingan KNN dengan SVM untuk Klasifikasi Penyakit Diabetes Retinopati Berdasarkan Citra Eksudat dan Mikroaneurisma**,” vol. 3, pp. 1–15, 2015.

- [16] M. Zubair, “**Automated Segmentation of Hard Exudates Using Dynamic Thresholding to Detect Diabetic Retinopathy in Retinal Photographs,**” vol. 7, no. 3, pp. 109–116, 2016.
- [17] Michael Goldbaum, M.D., “**The STARE Project.**” p. [Online]. Available: <http://cecas.clemson.edu/~aho>, 2003.
- [18] K. Tasikmalaya, “**Aplikasi Pengolahan Citra Dalam Pengenalan Pola Huruf Ngalagna Menggunakan MATLAB,**” pp. 9–10, 2015.
- [19] M. Pengolahan, C. Anita, S. Rms, and I. Bab, “**PENGOLAHAN CITRA,**” pp. 1–41.
- [20] K. Kumar, “**Content Based Image Retrieval Using Gray Scale Weighted Average Method,**” vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2016.
- [21] F. K. P, D. Saepudin, and A. Rizal, “**Analisis Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (Clahe) Dan Region Growing Dalam Deteksi Gejala Kanker Payudara Pada Citra Mammogram,**” vol. 7, pp. 1–14, 2014.
- [22] S. Perreault and H. Patrick, “**Median Filtering in Constant Time,**” no. 1, pp. 1–6, 2007.
- [23] V. Thongnuch and B. Uyyanonvara, “**Automatic Detection of Optic Disc from Fundus Images of ROP Infant Using 2D Circular Hough Transform,**” pp. 2–5, 2007.
- [24] H. J. Vala and P. A. Baxi, “**A Review on Otsu Image Segmentation Algorithm,**” vol. 2, no. 2, pp. 387–389, 2013.
- [25] N. P. Sutramiani, I. K. Gede, D. Putra, and M. Sudarma, “**Local Adaptive Thresholding Pada Preprocessing Citra Lontar Aksara Bali,**” vol. 14, no. 1, pp. 27–30, 2015.
- [26] M. Santoso, T. Indriyani, and R. E. Putra, “**Deteksi Microaneurysms Pada**

**Citra Retina Mata Menggunakan Matched Filter,”** *J. infomation Technol.*,  
vol. 2, pp. 59–68, 2017.