

**DETEKSI EKSUDAT PADA CITRA RETINA  
DIABETIK RETINOPATI MENGGUNAKAN *OTSU*  
*MULTI THRESHOLDING* DAN *ACTIVE CONTOUR***

**TUGAS AKHIR**

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



**OLEH:**

**M. ILHAM AL BUKHORY**

**09011281520087**

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

**2019**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**DETEKSI EKSUDAT PADA CITRA RETINA DIABETIK  
RETINOPATI MENGGUNAKAN *OTSU MULTI  
THRESHOLDING* DAN *ACTIVE CONTOUR***

**TUGAS AKHIR**

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

Oleh :


**M. ILHAM AL BUKHORY  
09911281520087**

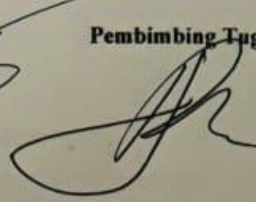
**Indralaya, Desember 2019**

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**

**Pembimbing Tugas Akhir**

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

  
**Dr. Erwin, S.Si., M.Si.  
NIP. 19710129 199412 1 001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 12 Desember 2019

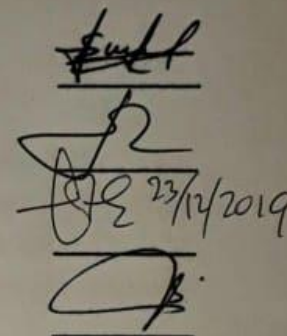
### Tim Penguji :

1. Ketua : Sarmayanta Sembiring, M.T.


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

3. Anggota 1 : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.

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

  
The block contains four handwritten signatures, each corresponding to a member of the exam team. The signatures are written in black ink on horizontal lines. The second signature includes the date '23/12/2019' written next to it.

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer

  
Rossi Passarella, M.Eng.

NIP. 19780611-201012 1 004

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M. Ilham Al Bukhory

NIM : 09011281520087

Judul : Deteksi Eksudat Pada Citra Retina Diabetik Retinopati Menggunakan  
*Otsu Multi Thresholding Dan Active Contour*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 10%

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, Desember 2019

Yang Menyatakan



M. Ilham Al Bukhory

NIM. 09011281520087

# **Detection Of Exudate In Retinal Diabetic Retinopathy Images Using Otsu Multi Thresholding And Active Contour**

**M. Ilham Al Bukhory (09011281520087)**

Computer Engineering Department, Computer Science Faculty,  
Sriwijaya University

Email : m.ilhamalbukhory@gmail.com

## **Abstract**

Retinal disease is an eye retina disorder that affects the vision of an individual. Diabetic retinopathy is a complication of diabetes caused by defects or irregularities such as exudates and retinal vessels. Exudate is one of the signs that causes diabetic retinopathy. The existence of an exudate can be marked by the appearance of a yellowish fundus color image of different sizes and shapes. Difficulties in exudate detection are caused by a light brightness comparable to the optical disk (blind spot retina) but smaller than the optical disk. This study uses the database of diabetic retinopathy datasets (DIARETDB1). In the process through several stages such as the process of green channel, region of interest, illumination correction, contrast stretching, circular hough, region filling, with otsu multi-thresholding and active contour segmentation. The results of this study of the otsu multi thresholding method have an accuracy of 95.95%, a sensitivity of 96.63% and a specificity of 49.55% and an active contour method have an accuracy of 90.71%, a sensitivity of 93.81% and a specificity of 35.15 %. The results obtained from the two methods are the otsu multi thresholding method with a greater parameter results compared to the results of the active contour method.

**Keywords:** *Exudate Detection, Optic Disk, Illumination Correction, Otsu Multi Thresholding, Active Contour.*

# **Deteksi Eksudat Pada Citra Retina Diabetik Retinopati Menggunakan Otsu Multi Thresholding Dan Active Contour**

**M. Ilham Al Bukhory (09011281520087)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : m.ilhamalbukhory@gmail.com

## **Abstrak**

Penyakit retina adalah gangguan pada bagian retina di dalam mata yang berpengaruh buruk terhadap penglihatan seseorang. Diabetik retinopati merupakan salah satu komplikasi penyakit diabetes ditandai dengan munculnya kelainan atau ketidak normalan seperti eksudat dan pembuluh retina. Eksudat adalah salah satu gejala yang menyebabkan retinopati diabetes. Keberadaan eksudat bisa jadi ditandai dengan penampilan citra fundus berwarna kekuningan warna dengan berbagai ukuran dan bentuk. Kesulitan dalam deteksi eksudat disebabkan oleh intensitas warna yang mirip dengan optic disk (blind spot retina), tetapi dengan ukuran lebih kecil dibandingkan dengan optic disk. Pada penelitian ini menggunakan dataset diabetic retinopathy database (DIARETDB1). Dalam prosesnya melalui beberapa tahapan seperti proses green channel, region of interest, illumination correction, contrast stretching, circular hough, region filling, dengan segmentasi otsu multi thresholding dan active contour. Hasil dari penelitian ini dari metode otsu multi thresholding memiliki hasil akurasi 95,95%, spesifitas 96,63% dan sensitivitas 49,55% dan metode active contour memiliki hasil akurasi 90,71%, spesifitas 93,81% dan sensitivitas 35,15%. Hasil yang didapatkan dari kedua metode ialah metode otsu multi thresholding dengan hasil parameter yang lebih besar dibandingkan dengan hasil metode active contour.

***Kata kunci : Deteksi Eksudat, Optic Disk, Illumination Correction, Otsu Multi Thresholding, Active Contour.***

## 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 **“Deteksi Eksudat Pada Citra Retina Diabetik Retinopati Menggunakan *Otsu Multi Thresholding Dan Active Contour*”**. Shalawat dan salam tak lupa kita junjungkan kepada Nabi kita Rasulullah SAW 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 Muhammad Ali dan Ibu Nyayu Kalsum 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. Alya, Dea Indah, Laras, Ghina, Yurika, Binti dan Teman-teman satu bimbingan yang telah membantu dalam proses belajar dan memberi semangat pada tugas akhir ini.
7. Aldo, Doni, Egy, Endang, Junius, Kadapi, Novit, Ravi. Yang telah dalam proses belajar dan memberi semangat pada tugas akhir ini.
8. Seluruh teman-teman angkatan 2015 Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya 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 masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan ini. Untuk itu penulis mohon maaf dan dengan senang hati dan terbuka untuk menerima kritik dan saran untuk perbaikan kedepan. Demikian yang penulis dapat sampaikan semoga bermanfaat bagi semuanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Indralaya, Desember 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
1.3.Tujuan Dan Manfaat .....	2
1.3.1. Tujuan.....	2
1.3.2. Manfaat.....	2
1.4.Metodologi Penelitian .....	2
1.5.Sistematika Penelitian .....	3
 <b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1.Penelitian Sebelumnya.....	5
2.2.Diabetic Retinopathy DataBase (DIARETDB1) .....	6
2.3.Diabetic Retinopati .....	6
2.4.Citra Retina .....	7
2.4.1. Optic Disc.....	7
2.4.2. Eksudat .....	8

2.5.Citra Grayscale.....	8
2.6.Citra Biner.....	8
2.7.Contras Stretching.....	9
2.8.Otsu Multi Thresholding.....	9
2.9.Filling Holes.....	14
2.10. Active Contour.....	15

### **BAB III . METODOLOGI PENELITIAN**

3.1.Pendahuluan.....	18
3.2.Kerangka Kerja.....	18
3.3.Diabetic Retinopathy DataBase (DIARETDB1).....	20
3.4.Input Citra.....	20
3.5.Pre- Processing.....	21
3.5.1. Konversi RGB ke Red, Green, Blue dan Gray Channel.....	21
3.5.2. Region Of Interest.....	22
3.5.3. Illumination Correction.....	22
3.6.Pendeteksian Dan Eliminasi Optic Disk.....	23
3.7.Pemerataan Kontras.....	24
3.8.Masking.....	25
3.9.Deteksi Eksudat Menggunakan Otsu Multi Level Thresholding.....	26
3.10. Deteksi Eksudat Menggunakan Active Contour.....	27

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

4.1.Pendahuluan.....	29
4.2.Akuisisi Dataset.....	29
4.3.Input Citra.....	30
4.4.Pre- Processing.....	31
4.4.1. Konversi RGB ke Red, Green, Blue dan Gray Channel.....	31
4.4.2. Region Of Interest.....	34
4.4.3. Illumination Correction.....	38
4.5.Pendeteksian Dan Eliminasi Optic Disk.....	41
4.6.Pemerataan Kontras.....	45

4.7.Masking.....	46
4.8.Deteksi Eksudat Menggunakan Otsu Multi Level Thresholding.....	47
4.9.Deteksi Eksudat Menggunakan Active Contour.....	62
4.10. Confusion Matriks.....	64

## **BAB V. KESIMPULAN**

5.1.Kesimpulan .....	76
5.2.Saran .....	76

<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>77</b>
-----------------------------	-----------

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Citra asli dari dataset DIARETDB1 .....	6
<b>Gambar 2.2.</b> Citra retina yang terdapat Optic Disk dan Exudate .....	7
<b>Gambar 2.3.</b> Filling Holes .....	15
<b>Gambar 2.4.</b> Contoh inialisasi kurva tertutup C .....	16
<b>Gambar 3.1.</b> Kerangka kerja sistem deteksi eksudat .....	19
<b>Gambar 3.2.</b> Citra asli dari dataset DIARETDB1 .....	20
<b>Gambar 3.3.</b> Tahap konversi citra RGB ke Green dan Gray Channel.....	21
<b>Gambar 3.4.</b> Tahap region of interest .....	22
<b>Gambar 3.5.</b> Tahap illumination correction.....	23
<b>Gambar 3.6.</b> Tahap eliminasi optic disk .....	24
<b>Gambar 3.7.</b> Tahap pemerataan kontras .....	25
<b>Gambar 3.8.</b> Tahap masking .....	26
<b>Gambar 3.9.</b> Tahap deteksi daerah eksudat .....	27
<b>Gambar 3.10.</b> Tahap deteksi eksudat menggunakan active contour.....	28
<b>Gambar 4.1.</b> Tampilan program deteksi eksudat .....	30
<b>Gambar 4.2.</b> Citra asli dari dataset DIARETDB1 .....	30
<b>Gambar 4.3.</b> Nilai matriks RGB pada citra retina 5x5 .....	32
<b>Gambar 4.4.</b> Hasil Nilai gray channel .....	33
<b>Gambar 4.5.</b> Hasil citra region of interest .....	35
<b>Gambar 4.6.</b> Hasil proses ROI Color.....	36
<b>Gambar 4.7.</b> Hasil proses complement.....	36
<b>Gambar 4.8.</b> Citra illumination correction.....	38
<b>Gambar 4.9.</b> Citra green channel ukuran 10x10.....	39
<b>Gambar 4.10.</b> Citra green channel untuk proses median.....	39
<b>Gambar 4.11.</b> Proses median filter pada nilai matriks 86 menjadi 83.....	39
<b>Gambar 4.12.</b> Proses median filter pada nilai matriks 113 menjadi 87.....	40
<b>Gambar 4.13.</b> Hasil proses median filter green channel ukuran 10x10.....	40
<b>Gambar 4.14.</b> Citra green channel dan blur ukuran 10x10 .....	40
<b>Gambar 4.15.</b> Hasil proses illumination correction.....	41
<b>Gambar 4.16.</b> Citra eliminasi optic disk, median filter dan optic disk .....	42

<b>Gambar 4.17.</b> Citra illumination correction.....	43
<b>Gambar 4.18.</b> Proses median filter .....	43
<b>Gambar 4.19.</b> Citra hasil median filter dari citra I_IC.....	44
<b>Gambar 4.20.</b> Citra hasil eliminasi optic disk .....	45
<b>Gambar 4.21.</b> Citra pemerataan kontras .....	46
<b>Gambar 4.22.</b> Citra masking.....	47
<b>Gambar 4.23.</b> Citra daerah eksudat .....	48
<b>Gambar 4.24.</b> Citra input matriks 4x5 .....	48
<b>Gambar 4.25.</b> Citra I_IC ukuran 20x30.....	59
<b>Gambar 4.26.</b> Citra quantize ukuran 20x30.....	60
<b>Gambar 4.27.</b> Citra hasil binerisasi ukuran 20x30 .....	60
<b>Gambar 4.28.</b> Citra daerah eksudat, citra gabungan dan region filling .....	61
<b>Gambar 4.29.</b> Citra hasil deteksi eksudat .....	63
<b>Gambar 4.30.</b> Contoh groundtruth 15x15.....	65
<b>Gambar 4.31.</b> Contoh hasil segmentasi 15x15 .....	65
<b>Gambar 4.32.</b> Tampilan sistem deteksi eksudat .....	71

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 4.1.</b> Citra dataset DIARETDB1 yang digunakan .....	29
<b>Tabel 4.2.</b> Pemilihan channel Red, Green, Blue dan Gray .....	33
<b>Tabel 4.3.</b> Perbandingan hasil ROI Color .....	36
<b>Tabel 4.4.</b> Perhitungan probabilitas.....	49
<b>Tabel 4.5.</b> Perhitungan kumulatif latar belakang.....	50
<b>Tabel 4.6.</b> Perhitungan kumulatif objek .....	51
<b>Tabel 4.7.</b> Perhitungan rerata kumulatif latar belakang .....	53
<b>Tabel 4.8.</b> Perhitungan rerata kumulatif objek .....	55
<b>Tabel 4.9.</b> Perhitungan between class variance .....	58
<b>Tabel 4.10.</b> Perbandingan level otsu multi level thresholding .....	62
<b>Tabel 4.11.</b> Perbandingan iterasi active contour .....	63
<b>Tabel 4.12.</b> Hasil deteksi pada citra retina yang terdapat eksudat.....	68
<b>Tabel 4.13.</b> Hasil deteksi pada citra retina tanpa eksudat.....	70
<b>Tabel 4.14.</b> Hasil dari citra eksudat DIARETDB1 otsu multi thresholding.....	71
<b>Tabel 4.15.</b> Hasil dari citra eksudat DIARETDB1 active contour .....	72
<b>Tabel 4.16.</b> Hasil dari citra tanpa eksudat DIARETDB1 .....	74

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Penyakit retina adalah gangguan pada bagian retina di dalam mata yang berpengaruh buruk terhadap penglihatan seseorang. Hal ini juga dipengaruhi oleh jumlah penderita diabetes yang terus meningkat, salah satu jenis penyakit diabetes yang berbahaya dan berhubungan dengan mata ialah diabetes retinopathy. Diabetes retinopathy merupakan salah satu komplikasi penyakit diabetes ditandai dengan munculnya kelainan atau ketidak normalan seperti eksudat dan pembuluh retina[1]. Langkah penting untuk mendeteksi suatu penyakit retina secara otomatis dapat dilakukan dengan cara deteksi [2]. Penyebab penyakit diabetes ditandai dengan dua ciri melalui optik disk dan eksudat pada pembuluh darah retina . Optik disk adalah langkah sangat penting untuk analisis citra retina dalam diagnosis sebagai satu dari fitur utama mengekstraksi struktur anatomi retina[3]. Eksudat adalah tanda utama retinopati diabetik yang terutama merupakan penyebab kebutaan dan dapat dicegah dengan proses penyaringan awal. Eksudat merupakan suatu gejala yang dapat menyebabkan retinopati diabetes yang ditandai dengan munculnya gambar fundus warna kekuningan dengan berbagai ukuran dan bentuk[2]. Pendeteksi Eksudat telah menggambarkan kebocoran kapiler dan pelebaran pembuluh darah atau Mikroaneurisma di sekeliling retina adalah salah satu gejala yang menyebabkan retinopati diabetes[4]. Pada manusia, eksudat bisa berupa cairan seperti pus atau cairan bening. Ketika cedera terjadi, meninggalkan kulit terbuka, ia keluar dari pembuluh darah dan masuk ke jaringan di sekitarnya. Cairan ini terdiri dari serum, fibrin, dan sel darah putih[5].

Deteksi eksudat oleh dokter mata membutuhkan pelebaran pupil menggunakan solusi kimia yang membutuhkan waktu dan mempengaruhi pasien. Oleh karena itu pembuatan sistem deteksi eksudat retinopati diabetik dari citra retina dapat memberikan dukungan keputusan, dalam membantu dokter mata untuk mencegah dan mengobati penyakit secara lebih efisien. Dalam tulisan ini kami

melakukan “ **Deteksi Eksudat Pada Citra Retina Diabetik Retinopati Menggunakan Otsu Multi Thresholding dan Active Contour** ”.

Pada penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan hasil metode yang lebih baik untuk mendeteksi eksudat pada citra retina diabetik retinopati sehingga dapat menyelesaikan permasalahan di atas dan dapat memberikan kontribusi pada perkembangan ilmu pengetahuan.

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

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah bagaimana mendeteksi eksudat menggunakan metode otsu multilevel thresholding dan active contour, selain itu juga terdapat batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah dapat menghitung nilai akurasi, spesifitas dan sensitifitas.

## **1.3. Tujuan dan Manfaat**

Adapun tujuan dan manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

### **1.3.1. Tujuan**

Tujuan dalam pembuatan tugas akhir ini adalah dapat mengimplementasikan dan mendapatkan hasil dari metode otsu multilevel thresholding dan active contour dalam melakukan pendeteksian eksudat pada citra retina diabetik retinopati.

### **1.3.2. Manfaat**

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah dapat membantu dokter dalam dunia medis untuk mendeteksi eksudat sebagai salah satu ciri dari penyakit diabetik retinopati.

## **1.4. Metodologi Penelitian**

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:



1. Metode Studi literatur

Pada studi literatur melakukan pengumpulan data terhadap sejumlah referensi yang diperlukan. Referensi tersebut didapatkan dari beberapa artikel yang dipublikasikan oleh jurnal. Selain itu akan digunakan sejumlah referensi yang diperlukan dalam pembuatan sistem, yaitu mengenai pendeteksian berbasis segmentasi menggunakan otsu multi thresholding dan active contour .

2. Metode Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data, dilakukan pengambilan dataset citra retina pada Diabetic Retinopathy Database (DIARETDB1).

3. Metode Perancangan *Software*

Pada perancangan software, dilakukan pembuatan sistem yang dapat melakukan deteksi eksudat pada citra retina menggunakan otsu multi thresholding dan active contour.

4. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada Analisa dan kesimpulan ini dilakukan dengan cara mengamati, mencatat, dan menganalisa terhadap data yang diperoleh.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Untuk lebih memudahkan dalam penulisan dan menyusun penelitian ini, serta untuk lebih memperjelas isi dari setiap bab yang ada pada laporan, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut :

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan dalam pembuatan tugas akhir.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan penjelasan secara detil yang mengenai dasar-dasaar penunjang dan teori-teori yang digunakan untuk mendukung pembuatan tugas akhir

**BAB III METODOLOGI**

Bab ini berisikan tentang perancangan sistem pendeteksian eksudat pada citra retina.

**BAB IV HASIL DAN ANALISA**

Bab ini berisikan proses implementasi dan penjelasan dari hasil sistem pendeteksian eksudat pada citra retina.

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran dari hasil yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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. 05, pp. 86–96, 2017.
- [2] 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.
- [3] H. S. Alghamdi, H. L. Tang, S. A. Waheeb, and T. Peto, "Automatic Optic Disc Abnormality Detection in Fundus Images: A Deep Learning Approach," in *Proceedings of the Ophthalmic Medical Image Analysis International Workshop*, 2016, pp. 17–24.
- [4] S. Joshi and P. T. Karule, "A Review On Exudates Detection Methods For Diabetic Retinopathy," *Biomed. Pharmacother.*, vol. 97, pp. 1454–1460, 2018.
- [5] B. J. J, S. Divakaran, S. Abraham, G. Meera, and G. Umashankar, "Detection And Classification Of Exudates In Retinal Image Using Image Processing Techniques," *J. Chem. Pharm. Sci.*, vol. 8, no. 3, pp. 541–546, 2015.
- [6] N. Chidambaram and D. Vijayan, "Detection Of Exudates In Diabetic," in *International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics*, 2018, pp. 660–664.
- [7] T. Ruba and K. Ramalakshmi, "Identification And Segmentation Of Exudates Using SVM Classifier," in *International Conference on Innovations in Information Embedded and Communication Systems*, 2015, pp. 1–6.
- [8] S. Joshi and P. T. Karule, "Detection of Hard Exudates Based on Morphological Feature Extraction," *Biomed. Pharmacol. J.*, vol. 11, no. 1, pp. 215–225, 2018.
- [9] Q. Liu, B. Zou, J. Chen, W. Ke, K. Yue, and Z. Chen, "A Location-To-Segmentation Strategy For Automatic Exudate Segmentation In Colour Retinal Fundus Images," *Comput. Med. Imaging Graph.*, vol. 55, pp. 78–86, 2017.

- [10] A. Elbalaoui and M. Fakir, "Exudates Detection In Fundus Images Using Mean- Shift Segmentation and Adaptive Thresholding," *Comput. Methods Biomech. Biomed. Eng. Imaging Vis.*, vol. 1163, pp. 1–9, 2018.
- [11] S. Sharan, A. Awasthi, and A. Aruna, "Retinal Blood Vessel Segmentation and Exudates Detection Using Deep Neural Networks," *J. Netw. Commun. Emerg. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 346–349, 2018.
- [12] K. Y. Win and S. Choomchuay, "Automated Detection of Exudates Using Histogram Analysis for Digital Retinal Images," in *2016 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS)*, 2016, pp. 1–6.
- [13] D. Welfer, J. Scharcanski, and D. Ruschel, "A Coarse-To-Fine Strategy For Automatically Detecting Exudates In Color Eye Fundus Images," *Comput. Med. Imaging Graph.*, vol. 34, no. 3, pp. 228–235, 2010.
- [14] A. Sopharak, B. Uyyanonvara, and S. Barman, "Automatic Exudate Detection from Non-dilated Diabetic Retinopathy Retinal Images Using Fuzzy C-means Clustering," *Sensors*, vol. 9, pp. 2148–2161, 2009.
- [15] I. M. Dwi, P. Asana, I. M. O. Widyantara, N. Wirastuti, I. Bagus, and P. Adnyana, "Metode Contrast Stretching untuk Perbaikan Kualitas Citra pada Proses Segmentasi Video," *Teknologi Elektro*, vol. 16, no. 02, pp. 1–6, 2017.
- [16] S. Hazra *et al.*, "Exudates Detection of Retinal Images using Otsu ' s Thresholding and Kirsch ' s Templates," *Int. J. Comput. Sci. Netw.*, vol. 5, no. 4, pp. 615–621, 2016.
- [17] H. J. Vala and P. A. Baxi, "A Review on Otsu Image Segmentation Algorithm," *Int. J. Adv. Res. Comput. Eng. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 387–389, 2013.
- [18] Erwin, Saparudin and W. Saputri, "Hybrid Multilevel Thresholding and Improved Harmony Search Algorithm for Hybrid Multilevel Thresholding and Improved Harmony Search Algorithm for Segmentation," *Int. J. Electr. Comput. Eng.*, vol. 8, no. 6, pp. 4593–4602, 2018.
- [19] F. Fahrianto, A. Agusta, and A. T. Muharam, "Pendeteksian Posisi Plat Nomor Mobil Menggunakan Metode Morfologi Dengan Operasi Dilasi, Filling Holes, Dan Opening," *J. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 10–15, 2015.

- [20] B. Harangi and A. Hajdu, “Automatic Exudate Detection By Fusing Multiple Active Contours And Regionwise Classification,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 54, pp. 156–171, 2014.